

BACHELORSCHRIJF
INFORMATICA



RADBOUD UNIVERSITEIT

**Data Representatie van
Afbeeldingen in het VO:
Lesontwerp en Begripsproblemen**

Auteur:
Niels van den Hork
S4572602

Inhoudelijk begeleider:
prof. dr E. Barendsen
e.barendsen@cs.ru.nl

22 april 2018

Samenvatting

In het nieuwe examenprogramma informatica HAVO/VWO is 'Informatie' een van de kerndomeinen. Dit kerndomein omvat datarepresentatie en afbeeldingsformaten.

We hebben in deze scriptie onderzocht wat kenmerken van een goede les over afbeeldingsformaten zijn. Dit hebben we gedaan door een pilot-les te ontwikkelen en deze les uit te laten voeren op een middelbare school. We hebben de gegeven antwoorden van de leerlingen kwalitatief geanalyseerd. Vervolgens hebben we de les geëvalueerd en verbeterd.

We hebben op die manier ook onderzocht welke misverstanden en begripsproblemen leerlingen van het HAVO/VWO hebben over afbeeldingsformaten. We hebben die begripsproblemen geëvalueerd tot Moeilijkheden, Conceptuele Misverstanden en Notional Machine Misverstanden. We hebben ontdekt dat leerlingen .JPG en .PNG vaak door elkaar halen, dat leerlingen denken dat het formaat .BMP compressie gebruikt en dat een 'code'(bestand) van een .SVG afbeelding langer wordt wanneer deze vergroot wordt.

Voorwoord

Dit onderzoek is uitgevoerd als bachelorscriptie voor de studie Informatica aan de Radboud Universiteit Nijmegen. Ik wil graag mijn scriptiebegeleider Erik Barendsen bedanken voor zijn hulp, advies en inspiratie tijdens het hele onderzoekstraject. Ook wil ik Jacqueline Nijenhuis-Voogt bedanken voor de feedback op het lesmateriaal en voor het uitvoeren van de pilot-les in één van haar lessen.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	6
2	Achtergrondinformatie	8
2.1	Advies Examenprogramma	8
2.2	Type Begripsproblemen	10
2.3	Afbeeldingsformaten	11
3	Onderzoeksdoel	15
3.1	Onderzoeksvragen	15
3.2	Context	15
4	Methode	17
4.1	Ontwerpmethode	17
4.2	Onderzoeksmethode	18
4.2.1	Kwalitatieve Databronnen	18
4.2.2	Kwalitatieve Data Analyse	19
5	Ontwerpresultaten	21
5.1	Lesvoorbereiding	21
5.1.1	Leerdoelen	21
5.1.2	Relevantie van de leerstof	22
5.1.3	Mogelijkheden en beperkingen	22
5.1.4	Onderwijsaanpak	23
5.1.5	Toetsing	23
5.2	Lesschema	24
5.3	Werkbladen	25
5.3.1	Voorkennis	25
5.3.2	Raster Vector	25
5.3.3	Formaten tabel	26
5.3.4	Quiz	26
5.3.5	Powerpoint	26
5.4	Criteria voor Leerdoelen Behalen	26

6	Onderzoeksresultaten	28
6.1	Werkbladen	28
6.1.1	Voorkennis	28
6.1.2	Raster/Vector	29
6.1.3	Formaten tabel	30
6.1.4	Quiz	32
6.2	Observaties	33
6.3	Leerdoelen	35
6.3.1	Behaalde Leerdoelen	35
6.4	Kwalitatieve Data Analyse	36
7	Lesevaluatie	42
7.1	Werkbladen	42
7.1.1	Voorkennis	42
7.1.2	Raster/Vector	42
7.1.3	Formaten tabel	44
7.1.4	Quiz	44
7.2	Observaties	45
7.3	Verbeteringen	45
7.3.1	Voorkennis	45
7.3.2	Raster/Vector	45
7.3.3	Formaten tabel	46
7.3.4	Quiz	46
7.3.5	Algemeen	47
8	Conclusie	48
8.1	Kenmerken van de Les	48
8.2	Begripsproblemen	49
	Literatuur	50
9	Appendix	51
9.1	Lesplan	51
9.2	Werkbladen Origineel	57
9.3	Voorkennis	57
9.3.1	Raster/Vector	59
9.3.2	Quiz	62
9.4	Werkbladen Uitwerkingen	65
9.4.1	Voorkennis	65
9.4.2	Raster/Vector	67
9.4.3	Quiz	69
9.5	Werkbladen Verbeterd	72
9.5.1	Voorkennis	72
9.5.2	Rastervector	72

9.5.3	Quiz	75
9.6	Presentatie	78
9.7	Observaties	78

Hoofdstuk 1

Inleiding

In 2016 is er een nieuw advies examenprogramma informatica HAVO/VWO uitgebracht. In het programma is ‘Informatie’ één van de vijf kennisdomeinen uit het kernprogramma. Het domein Informatie gaat voornamelijk over de representatie van data, met de focus op de representatie van getallen en media zoals afbeeldingen, muziek en video.

Er is nog niet eerder gericht onderzoek geweest naar de begripsproblemen over datarepresentatie van HAVO/VWO leerlingen. Omdat veel leraren nu voor het eerst les moeten geven over dit nieuwe onderwerp is het van belang dat er kennis is over de meest voorkomende begripsproblemen, oorzaken en oplossingen. Met deze kennis kunnen leraren namelijk de kwaliteit van de les verbeteren.

We willen deze begripsproblemen onderzoeken door een pilot-les over afbeeldingsformaten te ontwikkelen en uit te laten voeren. We zullen in deze scriptie beschrijven hoe we deze les ontwikkeld hebben, en we zullen de les ook evalueren.

We onderzoeken wat de kenmerken zijn van een goede les over data representatie voor informatica leerlingen in de bovenbouw van HAVO/VWO en we onderzoeken welke begripsproblemen er bestaan over de data representaties van afbeeldingen onder leerlingen op het voortgezet onderwijs.

Omdat het examenprogramma kort geleden is uitgebracht, is er nog weinig lesmateriaal ontwikkeld over data representatie en afbeeldingsformaten. Er is nog geen academisch onderzoek gedaan naar begripsproblemen over afbeeldingsformaten.

In deze scriptie zullen we de begripsproblemen opdelen tot de volgende typen: Moeilijkheden, Conceptuele Misverstanden en Notional Machine Misverstanden. Vervolgens zullen we het lesmateriaal ontwikkelen, de geobserveerde en verzamelde resultaten bespreken, de les evalueren en, waar nodig, verbeteren. We zullen ook conclusies trekken over welke begripsproblemen er bestaan, welk van de drie type problemen dit zijn en hoe deze problemen

voorkomen of verholpen kunnen worden.

Hoofdstuk 2

Achtergrondinformatie

2.1 Advies Examenprogramma

Het Advies Examenprogramma informatica HAVO/VWO (Barendsen & Tolboom, 2016) is geschreven om het examenprogramma van informatica te vernieuwen met als doel dat het programma op de langere termijn actueel blijft. We moeten ons in het examenprogramma verdiepen voordat we ons lesmateriaal ontwikkelen. Door ons te verdiepen kunnen we het lesmateriaal zo ontwikkelen, dat het overeenkomt met het lesmateriaal dat de docenten uiteindelijk zullen gaan gebruiken. We proberen er voor te zorgen dat de pilot-les zo weinig mogelijk verschil heeft met een daadwerkelijke les over afbeeldingsformaten. Daardoor zal de informatie over begripsproblemen die wij ontdekken ook van toepassing zijn op de situaties van docenten die les materiaal willen maken of gebruiken voor het thema Informatie uit het examenprogramma. Het examenprogramma bestaat uit 6 kernthema's

- Vaardigheden
- Grondslagen
- Informatie
- Programmeren
- Architectuur
- Interactie

en 12 keuzethema's:

- Algoritmiek, berekenbaarheid en logica
- Databases
- Cognitive computing

- Programmeerparadigma's
- Computerarchitectuur
- Keuzethema Netwerken
- Physical computing
- Security
- Usability
- User experience
- Maatschappelijke en individuele invloed van informatica
- Computational science

De eindexamenstof voor HAVO leerlingen is: 6 kernthema's en 2 van de 12 keuzethema's. Voor VWO leerlingen is dit: 6 kernthema's en 4 van de 12 keuzethema's.

Voor deze scriptie is het kern thema 'Informatie' van belang. Het examenprogramma beschrijft informatie als volgt:

Dit domein gaat over informatie en concrete gegevens (data). Het identificeren en representeren van gegevens vormen de kern van het domein. Speciale aandacht is er voor representatie van getallen (bijvoorbeeld binair, decimaal) en representatie van media zoals tekst, beeld en geluid (bijvoorbeeld via coderen, comprimeren, gebruik van vectoren). Het raadplegen van (bestaande) databestanden komt van pas bij toepassingen in diverse contexten. Het gaat hier om (potentieel) grote verzamelingen gestructureerde data, waarbij databases een rol spelen en eenvoudige oplossingen, zoals spreadsheets, niet toereikend zijn.

- **Doelstellingen** De kandidaat kan doelstellingen voor informatie- en gegevensverwerking onderscheiden, waaronder zoeken en bewerken.
- **Identificeren** De kandidaat kan informatie en gegevens identificeren in contexten, daarbij rekening houdend met de doelstelling.
- **Representeren** De kandidaat kan gegevens representeren in een geschikte datastructuur, daarbij rekening houdend met de doelstelling, en kan daarbij verschillende representaties met elkaar vergelijken op elegantie, efficiëntie en implementeerbaarheid.
- **Standaardrepresentaties** De kandidaat kan standaardrepresentaties van numerieke gegevens en media gebruiken en aan elkaar relateren.

- **Gestructureerde data** De kandidaat kan een informatiebehoefte vertalen in een zoekopdracht op een verzameling gestructureerde data.

2.2 Type Begripsproblemen

Om verschillende begripsproblemen beter met elkaar te kunnen vergelijken, maken we onderscheid tussen verschillende type problemen die een leerling tegen kan komen tijdens het leren van informatica: Moeilijkheden, Conceptuele Misverstanden en Notional Machine Misverstanden.

- Moeilijkheden maken een natuurlijk deel uit van het leren van een nieuw concept, de bijbehorende definities en hoe ze toegepast kunnen worden.(Gal-Ezer & Trakhtenbrot, 2016)
- Conceptuele Misverstanden gebeuren wanneer iemand een concept verkeerd begrijpt waardoor er een objectief verkeerd begrip van het concept gevormd wordt.(Gal-Ezer & Trakhtenbrot, 2016)
- Notional Machine Misverstanden, nemen plaats wanneer een leerling een verkeerd mentaal model van de machine heeft. Dit model wordt ook wel een Notional Machine(Boulay, 1986) genoemd. Zo denken sommige leerlingen dat de computer conclusies kan trekken uit de context in welk de code wordt uitgevoerd of uit de namen van de variabelen.(Ragonis & Ben-Ari, 2005)

Een voorbeeld van een Moeilijkheid in programmeren is code volgens de correcte syntax op te schrijven (Sirkiä & Sorva, 2012). Een Moeilijkheid wordt vaak vanzelf opgelost naarmate de leerling meer oefeningen heeft gedaan en meer ervaring heeft. Ook zijn moeilijkheden vaak eenvoudig te herkennen. Ze zijn daarentegen lastig om te voorkomen.

Misverstanden(Conceptuele en Notional Machine) zijn lastiger te identificeren en de leerling in kwestie kan in veel gevallen niet weten waar de fout wordt gemaakt zonder individuele begeleiding te krijgen. Misverstanden zijn volgens Holland, Griffiths en Woodman (1997) vaak makkelijker te voorkomen dan op te lossen. Ze stellen dat deze misverstanden het eenvoudigst kunnen worden opgelost door leerlingen zelf te laten experimenteren met veel tegenvoorbeelden van misverstanden. Het is daarom belangrijk om te weten welke misverstanden er rond een onderwerp bestaan.

In Korhonen, Seppälä en Sorva (2015) wordt een manier beschreven hoe misverstanden, die leerlingen hebben tijdens het programmeren van een opdracht, automatisch gedetecteerd kunnen worden. De docent maakt op basis van een misverstand uitwerkingen van de opdracht. Dit doet de docent voor elk verwacht misverstand. Wanneer een leerling vervolgens een uitwerking

maakt gebaseerd op eenzelfde misverstand, zal die uitwerking ongeveer hetzelfde zijn als de uitwerking gemaakt door de docent. De computer kan vervolgens herkennen wanneer de uitkomsten van beide uitwerkingen hetzelfde zijn. Zo kan automatisch worden gedetecteerd of de leerling een misverstand heeft en welk misverstand dat dan is. Dit zou ook nog uitgebreid kunnen worden door automatisch hints aan de leerling te geven wanneer een misverstand herkent wordt.

Er is nog geen gericht onderzoek gedaan naar de begripsproblemen over afbeeldingsformaten of datarepresentatie zoals beschreven in het Advies Examen Plan, wel is er veel bekend over de moeilijkheden en misverstanden die ontstaan tijdens het programmeren in de informatica. Vooral misverstanden over Object Georiënteerd Programmeren zijn hier belangrijk, omdat er vaak een link gelegd kan worden tussen objecten en datarepresentatie.

Holland et al. (1997) hebben onderzoek gedaan naar misverstanden in Object Georiënteerd Programmeren. Studenten die geïntroduceerd worden tot deze manier van programmeren hebben vaak het idee dat een object bijna hetzelfde is als lijst van variabelen. De leerlingen denken dat de data representatie van een object hetzelfde is als de representatie van een lijst of een array.

Dit wordt veroorzaakt door in lesmateriaal alleen maar voorbeelden te geven van objecten die zich als database-entries gedragen, bijvoorbeeld een object 'Auto' die enkel de variabele 'kleur', 'merk', 'bouwjaar', 'max_snelheid' bevat en verder geen methode heeft.

Dit is een voorbeeld van een Conceptueel Misverstand, want hier begrijpt de leerling het concept 'object' objectief verkeerd.

Ook wordt aan de hand van een voorbeeldobject van een bankaccount (mijnAccount) met instantie variabelen 'naam' en 'balans' beschreven hoe leerlingen denken dat de variabele 'naam' de variabele is die verwijst naar het object (mijnAccount). Dit is ook een voorbeeld van leerlingen die niet begrijpen welke data bij welke variabele hoort.

2.3 Afbeeldingsformaten

In deze scriptie zullen we dezelfde termen gebruiken als de termen die in de pilot-les gebruikt zijn. We zullen kort verduidelijken onder welke definitie we de begrippen in de les en dus ook in de scriptie gebruikt hebben. Om meer uitgebreide informatie te vinden over deze termen en afbeeldingsformaten in het algemeen verwijzen we naar de boeken 'Compressed Image File Formats: JPEG, PNG, GIF, XBM, BMP' (Miano, 1999) en 'SVG Essentials: Producing Scalable Vector Graphics with XML' (Eisenberg & Bellamay-Royds,

2014). Alternatief kunt u in de appendix van deze scriptie de slides vinden die voor de pilot-les ontwikkeld zijn, daar worden de definities op een andere manier uitgelegd.

Een afbeelding bestaat uit meerdere **Pixels**. één hokje in een afbeelding die door één kleur wordt gevuld. Elke pixel krijgt standaard een kleurwaarde toegewezen, dit kan via Grayscale of RGB. Bij **Grayscale** krijgt elke pixel een waarde tussen de 0 en 255 die de hoeveelheid wit aangeeft. Een pixel met de grayscale waarde 0 is helemaal zwart, met de grayscale waarde 100 is het donkergrijs. De andere optie is om elke pixel een **RGB** (rood groen blauw) waarde te geven, drie waardes tussen 0 en 255 die de hoeveelheid kleuren aangeven. Vrijwel elke kleur is te maken uit een bepaalde combinatie van deze drie waardes (Poynton, 2003). Een pixel met de RGB waarde (255,0,0) is rood, met de RGB waarde (100,100,100) is het donkergrijs.

Wanneer al deze kleurwaardes van de pixels rij voor rij achter elkaar wordt gezet, krijg je de **Code van een afbeelding**. De code bevat de informatie die je ook terug zou zien in het bestand van de afbeelding wanneer het op de computer zou zijn opgeslagen. De codes die we in de les gebruiken zijn natuurlijk niet exact dezelfde codes als die op de computer worden opgeslagen. Onze codes bevatten bijvoorbeeld geen informatie over de hoogte/breedte verhouding in de afbeelding, ze bevatten ook geen informatie over de naam van de afbeelding. We houden de codes zo eenvoudig en conceptueel als mogelijk is. Er wordt alleen informatie over de codering van de pixels in de afbeelding opgeslagen.

Met **.BMP** (bitmap) bedoelen we het afbeeldingsformaat waar voor iedere pixel in de afbeelding een kleurwaarde wordt opgeslagen (grayscale dan wel RGB) in de code. BMP is het meest eenvoudigst van de formaten. **.GIF** (Graphics Interchange Format) werkt op bijna dezelfde manier als BMP. Echter, wordt er eerst een kleurenpalet opgesteld uit een vooraf bepaald aantal kleuren, typisch een kleiner aantal dan het aantal kleuren in de afbeelding. Het kleurenpalet bestaat dan uit een aantal kleuren die in de afbeelding voorkomen. De kleuren uit dit kleurenpalet worden genummerd van 0 tot het aantal kleuren.

Om een afbeelding als **.GIF** op te slaan (dus om het tot een **.GIF** code te maken), wordt er voor iedere pixel in de afbeelding het nummer opgeslagen van de kleur uit het kleurenpalet die het minst verschilt met de originele kleur van de pixel. Het kleurenpalet wordt zo gekozen dat het detail van de afbeelding zo hoog mogelijk blijft.

Een nummer dat verwijst naar het kleurenpalet, kan in minder ruimte worden opgeslagen dan een RGB waarde. Een afbeelding zo opslaan dat het minder geheugen inneemt dan bij de opslag van een bitmap heet **Compressie**. We nemen als voorbeeld een afbeelding waarvan de code 400 bytes lang zou zijn wanneer die in het **.BMP** formaat wordt opgeslagen, terwijl die maar

De volgende tabel geeft een overzicht van de verschillen tussen de formaten

Naam	Lossy/Lossless	Raster/Vector	Compressie	Bijzonderheden
.BMP	Lossless	Raster	Nee	Iedere pixel een RGB waarde
.GIF	Lossy of Lossless*	Raster	Ja of Nee*	Iedere pixel een waarde uit een kleurenpalet. Dit formaat ondersteunt animatie
.PNG	Lossless	Raster	Ja	Compressie via Run-Length Encoding
.JPG	Lossy	Raster	Ja	Goed voor afbeelding met vlakken van kleuren die veel op elkaar lijken.
.SVG	Lossless	Vector	Ja	Goed voor afbeeldingen met duidelijke vormen zoals cirkels en rechte hoeken

* een .GIF is Lossy (met compressie) of Lossless (zonder compressie) afhankelijk van de gekozen grootte van het kleurenpalet. Als er bijvoorbeeld 156 verschillende kleuren in een afbeelding zijn en het gekozen kleurenpalet 256 kleuren kan bevatten, zal er natuurlijk geen compressie plaatsvinden. Als het kleurenpalet maar 128 kleuren kan bevatten, zou er wel compressie plaatsvinden, zodat in de gecomprimeerde afbeelding ook maar 128 verschillende kleuren zijn.

We verwachten dat de leerlingen geen tot weinig moeite hebben met raster, kleurcodes, RGB, .BMP en .GIF. Wel verwachten we dat ze moeite zullen hebben met de meer conceptuele delen zoals compressie en lossy/lossless.

Hoofdstuk 3

Onderzoeksdoel

3.1 Onderzoeksvragen

De onderzoeksvragen die we in deze scriptie zullen beantwoorden, zijn:

1. Wat zijn kenmerken van een goede les over de datarepresentatie van afbeeldingen voor informatica leerlingen in de bovenbouw van HAVO/-VWO?
2. Welke Moeilijkheden, Conceptuele Misverstanden en Notional Machine Misverstanden bestaan er over de data representaties van afbeeldingen onder middelbare scholieren?

In de context van de tweede onderzoeksvraag bestaat 'datarepresentaties van afbeeldingen' uit:

1. De afbeeldingsformaten .BMP .GIF .PNG .JPG en .SVG.
2. Compressie van afbeeldingen.
3. De verschillen tussen lossy en lossless compressie.
4. De verschillen tussen raster en vector afbeeldingen.

3.2 Context

Door de uitvoering van een pilot-les zullen we de twee onderzoeksvragen beantwoorden. De pilot-les zal worden gegeven door Informatica Docente Jacqueline Nijenhuis-Voogt van het GSC Guido de Brès in Amersfoort. Ze geeft les aan een 5VWO klas bestaande uit 23 leerlingen, die dit schooljaar voor het eerst kennis maken met het vak informatica. Daardoor zal er weinig voorkennis over informatica aanwezig zijn.

In het eerste kwartaal van het jaar hebben de leerlingen een HTML website

gemaakt waar ze afbeeldingen gebruikt hebben, dit was hun introductie tot informatica. De pilot-les werd in het begin van het tweede kwartaal van het schooljaar gehouden. In dat kwartaal kregen de leerlingen les over onderwerpen zoals hardware en data-representatie. Ze leerden bijvoorbeeld hoe data als 1'en en 0'en wordt opgeslagen op harde schijven, usb-sticks en cd-roms. De leerlingen zullen daarom naar verwachting eenvoudig de denkstap kunnen maken dat een afbeelding ook als 1'en en 0'en kan worden opgeslagen in plaats van dat een 'afbeelding' een abstract concept blijft.

De leerlingen hadden de week vóór de pilot-les bij een ander vak een introductie gekregen tot quadrees. Hoe uitgebreid de quadrees zijn besproken, is onbekend. Quadrees kunnen ook gebruikt worden om een afbeelding op te slaan, daarom verwachten we dat sommige leerlingen quadrees in hun antwoorden zullen verwerken, of dat ze de behandelde formaten verwarren of vergelijken met quadrees.

Hoofdstuk 4

Methode

We willen onderzoeken welke problemen HAVO/VWO informatica leerlingen vaak ervaren met afbeeldingsformaten door tijdens een pilot-les te observeren. Om dit te doen ontwikkelen we een pilot-les. In deze les zullen veelgebruikte afbeeldingsformaten (BMP, GIF, PNG, JPG en SVG) en hun eigenschappen benoemd worden en er zullen concepten zoals 'Lossless' en 'Lossy' uitgelegd worden. We stellen in dit lesmateriaal conceptuele vragen waardoor misverstanden aan het licht zullen komen. We maken gebruik van het directe instructie model, werkbladen en onderwijsleergesprekken. De les zal worden geobserveerd en de werkbladen die de leerlingen tijdens de les hebben gemaakt, zullen worden verzameld. Deze data zal geanalyseerd worden, waaruit zal blijken welke problemen over afbeeldingsformaten er bestaan onder middelbare scholieren.

4.1 Ontwerpmethode

Voor dat we de les maken zullen we met behulp van het PCK model (Shulman, 1986) bepalen waar we allemaal rekening mee moeten houden tijdens het ontwikkelen van de les. De onderdelen uit het PCK model zijn ingevuld door Magnusson, Krajcik en Borko (1999), we gebruiken het formulier 'Lesvoorbereidingsformulier volgens PCK model' gemaakt door Dr. F.A. Henze-Rietveld van de TU Delft volgens de methode beschreven in (Henze & Barendsen, 2016). We beslissen wat onze Leerdoelen zijn aan de hand van de eindtermen van het kerndoel informatie uit het advies examenprogramma, we beargumenteren de Relevantie van de leerstof, de Mogelijkheden en Beperkingen in verband met de context in welk we de pilot-les uitvoeren, welke verwachte Begripsproblemen er zijn, welke Onderwijsaanpak we aannemen en waarom en hoe we de Toetsing van de leerdoelen uitvoeren. Door deze onderwerpen alvast te verkennen zijn we beter voorbereid om het lesmateriaal te maken. We leggen onder andere uit dat we het directe instructie

model, werkbladen en onderwijsleergesprekken gebruiken.

Als basis voor de les gebruiken we het directe instructiemodel (*Direct Instruction*, z. j.). We streven om de leerlingen zo veel mogelijk concepten op een natuurlijke manier te laten ontdekken. Dit houdt in dat de concepten niet altijd kant-en-klaar door de docent gegeven worden, maar via een onderwijsleergesprek of een werkblad wordt bedacht door de leerlingen. We kiezen hiervoor zodat, naar verwachting, iedere leerling een iets ander concept/methode bedacht heeft, waardoor meer unieke problemen kunnen worden geïdentificeerd.

We zullen de context van de vragen op de werkbladen zo stellen als situaties die leerlingen nu, of later in het bedrijfsleven, tegen kunnen komen. Dit doen we zodat de vragen concreter en eenvoudiger te begrijpen zijn voor de leerlingen (Bruning & Michels, 2013).

We ontwikkelen een Lesschema waarin we beschrijven wat de docent op welk tijdstip moet doen, zodat we na de lesevaluatie concrete aanpassingen kunnen maken aan het lesmateriaal. Ook maken we 4 werkbladen: Voorkennis, Raster/Vector, Formaten Tabel en Quiz.

4.2 Onderzoeksmethode

Na de pilot-les ontwikkeld te hebben, laten we die les uitvoeren op een middelbare school in een informatica klas. Hierbij verzamelen we data om de gestelde onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden.

4.2.1 Kwalitatieve Databronnen

Werkbladen

We verzamelen de ingevulde werkbladen van de leerlingen. We tellen per vraag, hoeveel leerlingen deze goed en fout hadden en lezen de antwoorden in in atlas.ti om te coderen. Het werkblad voorkennis wordt als middel gebruikt om onverwachte antwoorden, resultaten of begripsproblemen te verklaren.

Observatie

De les wordt geobserveerd door de onderzoeker waarbij de volgende gegevens worden genoteerd: vragen van de leerlingen, antwoorden van de leerlingen, het aantal vingers als reactie op een vraag van de docent, opmerkingen van de leerlingen en afwijkingen in de uitvoering van het lesmateriaal, de tijd, de drukte in de klas, onafhankelijke gebeurtenissen (bijvoorbeeld: de schoolbel gaat af) en opmerkingen van de onderzoeker.

4.2.2 Kwalitatieve Data Analyse

We zullen de door de leerlingen ingevulde werkbladen coderen, en deze codes zullen we benoemen en bespreken aan de hand van de typen begripsproblemen en code families.

Kenmerken van de Les

De eerste onderzoeksvraag zullen we beantwoorden door te controleren of de leerdoelen van de les door elke leerling behaald zijn en een verbeterde versie van het lesmateriaal te produceren. We hebben de werkbladen zo ontwikkeld dat ze naast begripsproblemen ook de leerdoelen toetsen. De leerdoelen worden beantwoord in het werkblad formaten tabel en de Quiz. In the formaten tabel kunnen we zien welke feitelijke kennis de leerling heeft opgedaan. En aan de hand van de vragen van de Quiz, kunnen we zien hoe de leerling deze kennis toepast. Daardoor kan bepaald worden of leerlingen leerdoelen wel of niet hebben gehaald. Afhankelijk van deze informatie kunnen we de les zo aanpassen dat er meer nadruk op lastigere onderdelen ligt en minder tijd wordt besteed aan onderwerpen waar de leerlingen geen (begrips)problemen hebben. We zullen in 5.4 Criteria voor Leerdoelen Behalen preciezer specificeren welke vraag tot welk leerdoel behoort en wanneer een leerdoel behaald is.

Ook letten we tijdens de lesevaluatie op de observaties van de onderzoeker. De klassikale vragen, antwoorden en opmerkingen van de leerlingen zijn hier van bijzonder belang, deze informatie geeft ons naast de werkbladen het beste inzicht in het denkniveau van de leerlingen. Wanneer we opmerken dat alle leerling bijvoorbeeld een bepaalde, ongeïntroduceerde, term gebruiken in hun antwoorden, zullen we overwegen om deze term in het verbeterde lesmateriaal op te nemen.

Begripsproblemen

We zullen de tweede onderzoeksvraag beantwoorden door kwalitatieve analyse toe te passen op de antwoorden die de leerlingen gaven op de werkbladen en door gebruik te maken van de observatie van de onderzoeker. Voor de kwalitatieve analyse maken we gebruik van atlas.ti. We coderen de antwoorden van de leerlingen eerst via open coding, we maken codes die zo dicht mogelijk bij de data blijven. Daarna zullen we deze codes groeperen tot codefamilies. We groeperen bijvoorbeeld per afbeeldingsformaat, hierdoor krijgen we een goed overzicht van welke type codes het meeste voorkomen en daarmee welke onderwerpen het meeste begripsproblemen opleveren. We coderen de gemaakte werkbladen door middel van inductieve codering, dat betekent dat we codes inductief ontwerpen en dat ze niet uit eerdere literatuur komen. We zullen elke code classificeren als één van de type

begripsproblemen: Moeilijkheden, Conceptuele Misverstanden en Notional Machine Misverstanden. Zo krijgen we niet alleen een overzicht van welke begripsproblemen er bestaan, maar ook welke types er bestaan.

Hoofdstuk 5

Ontwerpresultaten

In dit hoofdstuk wordt omschreven hoe het lesmateriaal is ontwikkeld, er wordt uitgelegd hoe de werkbladen zijn gemaakt en hoe het lesmateriaal wordt getoetst.

5.1 Lesvoorbereiding

Hier wordt aan de hand van het PCK-model beschreven waar we rekening mee moeten houden tijdens het maken van het lesmateriaal.

5.1.1 Leerdoelen

Omdat het onderwerp afbeeldingsformaten valt onder het kerndomein Informatie uit het advies examenprogramma, zullen we onze leerdoelen voor deze les zo stellen dat voldaan wordt aan de leerdoelen uit het kerndomein Informatie en dat ze geschikt zijn voor een les informatica van 90 minuten. We kiezen de volgende leerdoelen om te de les te ontwikkelen. Doel 1 is een invulling van Identificeren en Standaardrepresentaties, Doelen 2,3 en 4 behoren tot Representeren.

1. De leerling kan eigenschappen en de opslagmethodes van de formaten BMP, GIF, PNG, JPG en SVG benoemen en kan ook benoemen wat de voor- en nadelen van elk formaat zijn.
2. De leerling kan het verschil tussen lossless en lossy compressie uitleggen en kan bij een afbeeldingsformaat beredeneren welke van toepassing is
3. De leerling kan het verschil tussen raster en vector afbeeldingen uitleggen en kan bij een bepaalde situatie/eis beredeneren welke soort geschikt is

4. De leerling kan voor bepaalde typen afbeeldingen/situaties, het best passende afbeeldingsformaat benoemen en de keuze beredeneren door gebruik te maken van concepten zoals lossless en lossy, raster en vector en de ingenomen ruimte door de afbeelding in bytes.

5.1.2 Relevantie van de leerstof

Aangezien afbeeldingen op elk apparaat voorkomen is het belangrijk dat leerlingen de door de leerdoelen beschreven vaardigheden leren. De leerlingen leren het juiste afbeeldingsformaat te kiezen, waardoor er op de apparaten veel ruimte bespaard kan worden, een systeem kan er sneller van worden en/of de afbeeldingskwaliteit kan beter behouden worden. Het is tevens belangrijk omdat deze leerdoelen vallen onder het verplichte kennisdomein 'informatie' van het, in 2016 uitgebrachte, Advies Examenprogramma Informatica HAVO/VWO. Het domein Informatie gaat voornamelijk over de representatie van data.

5.1.3 Mogelijkheden en beperkingen

Verder zijn er nog een aantal aandachtspunten rond dit onderwerp die tot onverwachte resultaten kunnen leiden:

De leerlingen hebben de week voor onze pilot-les geleerd over quadrees. We verwachten dat de leerlingen de afbeeldingsformaten en concepten uit de pilot-les zullen vergelijken met de methodes achter quadrees.

Sommige leerlingen zullen tijdens individuele werkbladen, zonder toestemming, toch met elkaar overleggen. Misschien krijgen we hierdoor dezelfde antwoorden, waardoor er minder unieke antwoorden zijn en het wordt moeilijker om begripsproblemen te identificeren.

Sommige leerlingen zullen meer kennis hebben over afbeeldingsformaten dan andere leerlingen, omdat ze tijdens het maken van de website toevallig veel gebruik hebben gemaakt van afbeeldingen.

Wanneer de klas via een onderwijsleergesprek concepten ontdekt, bestaat er een kans dat er enkele leerlingen zijn die de concepten niet begrijpen en vervolgens niet mee komen met de les. Niet van iedere leerling kan gecontroleerd worden of hij/zij het concept begrijpt.

De leerlingen hebben van nature al een sterk verschillende voorkennis over informatica omdat sommige leerlingen het N&T profiel kiezen, terwijl anderen het C&M profiel kiezen.(Barendsen & Tolboom, 2016). Ook zullen sommige leerlingen vaker afbeeldingen hebben gebruikt of bewerkt dan andere afbeeldingen. We verwachten dat leerlingen die meer ervaring hebben met afbeeldingen een betere Notional Machine hebben dan leerlingen zonder die ervaring.

Het kan zijn dat leerlingen even afgeleid zijn en zo enkele concepten missen.

Het kan ook zijn dat ze enkele concepten tijdens de 90 minuten lange les vergeten, bijvoorbeeld welke opslag methode bij welke formaatnaam hoort: ze weten wel hoe een .BMP wordt opgeslagen, maar ze weten niet meer dat het formaat ‘bmp’ heet. De onderwijsleergesprekken en werkbladen zullen veel tijd innemen. Vooral wanneer van werkvorm verwisselt wordt, zal er veel onrust ontstaan in de klas.

Verwachte Begripsproblemen

We verwachten dat, door de beperkte tijd van de les, er een aantal moeilijkheden naar voren komen. Een leerling vergeet bijvoorbeeld de naam van een formaat, of heeft moeite met een code van een afbeelding te maken. Ook zullen er conceptuele misverstanden zijn, zoals wat compressie betekend en wanneer die compressie lossy of lossless is. We verwachten minder Notional Machine Misverstanden, maar als ze voorkomen, zullen we ze vinden in bijvoorbeeld opdrachten over codes van afbeeldingen met name in vragen over hoe de data in een .SVG bestand gerepresenteerd wordt.

5.1.4 Onderwijsaanpak

We zullen verschillende leervormen gebruiken tijdens de les, waaronder het maken van werkbladen en het onderwijsleergesprek. We kiezen voor werkbladen omdat deze vorm effectief te analyseren is, het levert veel data op in vergelijking met andere werkvormen. We hebben nu per leerlingen een antwoord. De leerlingen zullen door middel van onderwijsleergesprekken concepten als lossy en lossless op een natuurlijke manier ontdekken. Daardoor zullen er voornamelijk *verschillende* begripsproblemen voor komen. Dit is positief voor ons onderzoek omdat er zo een grotere variatie aan problemen ontdekt kan worden uit een klein aantal leerlingen. De begripsproblemen zijn tevens minder gebonden aan de gekozen lesmethodes, waardoor ze ook in ander lesmateriaal voor zullen komen. De context wordt bepaald door situaties te stellen die de leerlingen nu of later in het bedrijfsleven tegen kunnen komen. Een voorbeeldcontext is bijvoorbeeld dat de leerling een opdracht van zijn of haar baas krijgt. Dit zorgt er voor dat de leerlingen effectiever leren (Bruning & Michels, 2013)

5.1.5 Toetsing

Leerlingen maken opgaves op werkbladen en geven antwoord op vragen van de docent, door deze antwoorden te analyseren zal de voorkennis en het leerresultaat duidelijk worden. De voorkennis wordt expliciet getoetst in het eerste werkblad. De leerdoelen worden getoetst in de quiz/eindtoets die aan het eind van de les wordt ingevuld.

Door concepten als lossy en lossless op een natuurlijke manier door de leerlingen te laten ontdekken, zullen meer begripsproblemen over de afbeeldingsformaten duidelijk worden.

5.2 Lesschema

Duur: <10 min

Docent (onderwijstaken) Duidelijk maken dat de les over de representatie van verschillende afbeeldings formaten gaat. Enkele Voorbeeld afbeeldingen laten zien, en oriënterende vragen stellen om de voorkennis in te schatten	Leerlingen (leertaken) Beantwoord vragen van de docent
---	--

Tijd	Docent (onderwijstaken)	Leerlingen (leertaken)
10	BMP (met RGB) klassikale introductie	Vragen beantwoorden
10	Onderwijsleergesprek om op het idee van een pallet van kleuren te komen, vervolg in demonstratie GIF	
5		In groepjes bedenken welke compressievarianten mogelijk zijn (zoals run-length encoding of delta encoding)
5	Compressievarianten bespreken	
5	PNG delta-encoding	
10	Onderwijsleergesprek lossy lossless	
5		Raster vs vector werkblad
5	Nabespreking werkblad	
10	Met de leerlingen op het bord een tabel maken als overzicht van de afbeeldingsformaten	de tabel in te vullen
10		Werkblad Quiz combinatie van concepten

Deze lesfasen zijn uitgebreid tot een volledig lesplan wat te vinden is in de appendix. We delen de les op in 8 fasen: Introductie, BMP, GIF, PNG, Lossy/lossless, Raster/Vector, Formaten Tabel, Quiz. Elk onderdeel zal naar verwachting gemiddeld 10 minuten duren.

Tijdens de les worden een aantal onderwijsleergesprekken gehouden. Het eerste gesprek is de introductie. Het doel van dit gesprek is om de leerlingen alvast over afbeeldingen na te laten denken door te vragen welke formaten ze al kennen en wat ze er van weten, of ze die formaten al eens ergens voor

hebben gebruikt en waarvoor dan. Tijdens dit gesprek kan ook worden verwezen naar vorige projecten in de informaticaklas.

Dit gesprek zal langzaam technischer worden en overgaan naar het .BMP gesprek wanneer de docent vraagt hoe de afbeelding nou eigenlijk op de computer wordt opgeslagen, welke pixel welke kleurwaarde krijgt en op welke manier kleuren kunnen worden opgeslagen in de code (RGB).

5.3 Werkbladen

We zullen vier werkbladen gebruiken tijdens de les. Één werkblad zal naar de voorkennis van de leerlingen over afbeeldingsformaten vragen, we noemen dit werkblad 'Werkblad Voorkennis'. Het volgende werkblad heet 'Werkblad Raster/Vector', hierin wordt SVG geïntroduceerd. In 'Werkblad Formaten tabel' moeten leerlingen van de vijf afbeeldingsformaten aangeven welke eigenschappen deze hebben, bijvoorbeeld of het formaat lossy of lossless is. 'Werkblad Quiz' is de eindtoets waarin wordt gevraagd welk afbeeldingsformaat in een bepaalde situatie de beste keuze zou zijn. Om de quiz foutloos te maken, moet de leerling weten welke eigenschappen de verschillende afbeeldingsformaten hebben (leerdoel 1) en ze moeten deze kennis kunnen toepassen om het best passende formaat te kiezen (leerdoel 4) hierbij maken ze gebruik van de concepten lossy en lossless (leerdoel 2) en raster/vector (leerdoel 3). We zullen de werkbladen na de les verzamelen en analyseren door middel van coderen.

Hier wordt beschreven wat er in elk werkblad gevraagd en getoetst wordt. De werkbladen zijn te vinden in de appendix.

5.3.1 Voorkennis

In dit werkblad worden vragen gesteld om te bepalen of de voorkennis over afbeeldingsformaten overeenkomt met wat we verwachten. Er wordt gevraagd welke formaten de leerlingen kennen en/of al eens gebruiken hebben. Ook worden er vragen gesteld over welk afbeeldingsformaat het beste past bij een bepaalde situatie, deze vragen zullen ook in de quiz voorkomen. Met behulp van dit werkblad kunnen we eventueel onverwachte gebeurtenissen verklaren.

5.3.2 Raster Vector

Het doel van dit werkblad is de leerlingen .SVG te laten begrijpen. De leerlingen moeten eerst bedenken hoe wiskundige vormen eenvoudig opgeslagen kunnen worden, daarna worden er vragen gesteld over de code van een .SVG afbeelding om de leerlingen de voordelen van .SVG te laten zien.

5.3.3 Formaten tabel

Dit werkblad heeft als doel de leerlingen een kort overzicht te geven van welk formaat welke eigenschappen heeft. Eerst moet de leerling voor elk formaat opschrijven of deze compressie heeft, of het een lossy of lossless formaat is en of het een raster of vector formaat is. Daarna wordt klassikaal de correcte antwoorden besproken. We voorkomen zo deels dat leerlingen lesstof vergeten zijn tijdens de quiz. We zullen daardoor de leerlingen een betere kans geven om hun Conceptuele Misverstanden en Notional Machine Misverstanden te tonen. Ook kunnen we de formaten tabellen goed gebruiken tijdens de analyse.

5.3.4 Quiz

In dit werkblad worden de leerdoelen getoetst. Er worden met name vragen gesteld over welk afbeeldingsformaat bij een bepaalde situatie past. Dit doen we omdat we verwachten dat bij dit type vragen de leerlingen het grootste aantal begripsproblemen tonen. De leerlingen moeten voor deze vragen alle lesstof, beschreven door de leerdoelen, gebruiken om tot goede antwoorden te komen.

5.3.5 Powerpoint

De powerpoint dient drie doelen: Door een powerpoint te maken kunnen wij als onderzoekers meer invloed hebben op de structuur van de les. Leerlingen kunnen eenvoudiger de les volgen omdat de begrippen van afbeeldingsformaten kort zijn gedefinieerd op de powerpoint. De powerpoint dient ook als plaatshouder van de vele afbeeldingen die we tijdens de les zullen gebruiken.

5.4 Criteria voor Leerdoelen Behalen

Hier zullen we identificeren welke vragen over welke leerdoelen gaan. Om te bepalen of een leerling een leerdoel heeft gehaald, middelen we per vraag of de leerling een correct antwoord heeft gegeven. Een leerdoel wordt voldaan wanneer 50% of meer van de vragen die onder dat leerdoel vallen correct beantwoord zijn.

leerdoel 1

De Formaten Tabel toetst de eigenschappen en de opslagmethodes van de afbeeldingsformaten. Ook kan de leerling hier voor- en nadelen van het formaat opschrijven, elk correct voor- of nadeel levert 1% bonuspunt. Ook vraag 5 van de Quiz valt onder leerdoel 1.

leerdoel 2

Wegens de tijdslimiet van de les werd alleen de toepassing van lossy/lossless getoetst. Dit werd gedaan in vraag 3 van de Quiz.

leerdoel 3

Wegens de tijdslimiet van de les werd alleen de toepassing van raster/vector getoetst. Dit werd gedaan in vraag 2 van de Quiz en in de 3 vragen in het Raster/Vector werkblad.

leerdoel 4

De eerste vier vragen van de Quiz vallen allemaal onder dit leerdoel.

Hoofdstuk 6

Onderzoeksresultaten

In dit hoofdstuk beschrijven we eerst welke data we hebben verzameld. Eerst bespreken we ieder werkblad, daarna benoemen we de belangrijkste en meest interessante observaties. Tot slot zullen we benoemen en bespreken welke codes we hebben gekozen aan de hand van de typen begripsproblemen en code families.

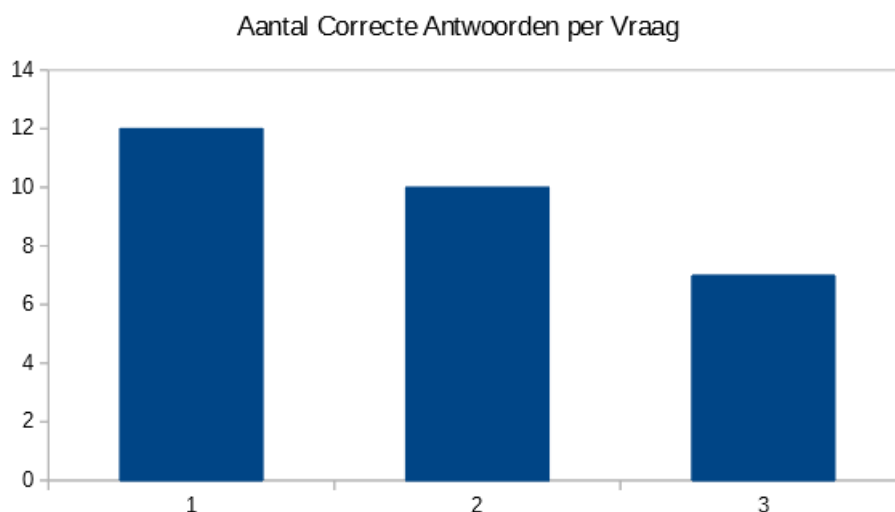
6.1 Werkbladen

We bespreken één voor één ieder werkblad: Voorkennis, Raster/Vector, Formaten Tabel en de Quiz. We benoemen per werkblad per vraag het percentage goede antwoorden en we citeren een aantal interessante antwoorden. Daarna bespreken we de algemene opmerkbareheden. Een aantal leerlingen heeft, tegen de instructie in, samengewerkt. Waardoor een aantal antwoorden meerdere keren zullen voorkomen.

6.1.1 Voorkennis

22 van de 23 leerlingen hebben minstens eens van .GIF .PNG en .JPG gehoord. En de meesten herinneren dat ze .PNG en .JPG wel eens hebben gebruikt om een afbeelding in op te slaan. 8 leerlingen hadden beide vragen over afbeeldingsformaatkeuze goed en 15 leerlingen hadden minstens een verkeerd.

6.1.2 Raster/Vector



12 leerlingen hebben het concept van .SVG bedacht, dat betekent dat 10 leerlingen de eerste vraag correct hebben beantwoord. Na een minuut was de klassikale hint gegeven 'Denk aan hoe je de afbeelding aan je buurman zou uitleggen'. De meeste leerlingen die deze vraag fout hadden, hadden of niks ingevuld of een formaatnaam (zoals '.BMP'). De uitzonderingen zijn:

'Je zou aan kunnen geven waar het zwarte moet zitten en het overige lichtgrijs maken of de achtergrond transparant maken'

Dit antwoord gaat de goede kant op, de leerling heeft het inzicht dat de achtergrond eenvoudig gerepresenteerd kan worden door één kleurwaarde, maar miste dat op eenzelfde manier vormen beschreven zouden kunnen worden.

'In verschillende gelijke vakken verdelen en als hij van gelijk [gelijk is] dan maak je alles dezelfde kleur, als het niet gelijk [is] maak je weer een nieuwe van ze of je beschrijft de figuren door te zeggen dat er een cirkel is met diameter X en de plaats van de cirkel' De tekst in de blokhaken is commentaar van de onderzoeker.

Deze leerling begint met een idee vergelijkbaar met quadrees, maar dat is niet van toepassing in .SVG. Dan geeft de leerling een deel van een goed antwoord, maar het is onvoldoende duidelijk of deze leerling het correcte antwoord in gedachte had.

'Afbeelding indelen in kolommen en rijen, zie afbeelding'

Dit antwoord heeft iets weg van het idee quadrees, maar de leerling geeft onvoldoende informatie om een goede conclusie te trekken.

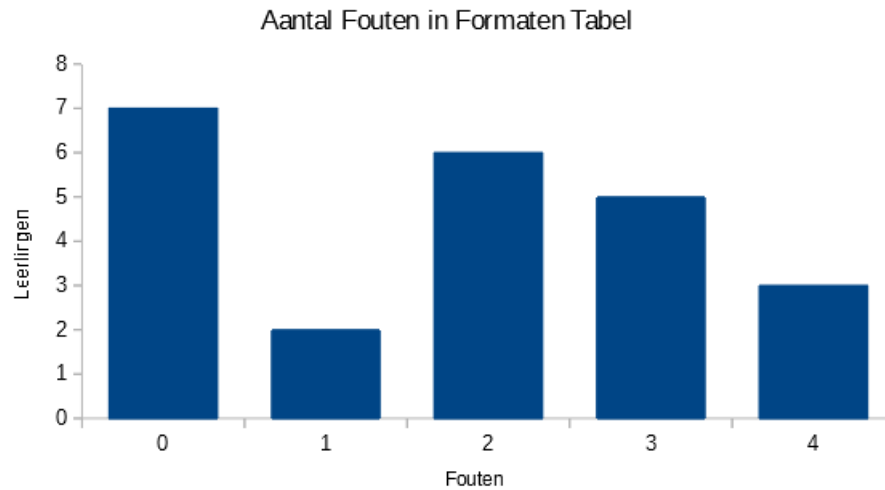
'Tel het aantal pixels per rij, tel dan het aantal pixels dat van de rand afstaan'

Dit is een verkeerd antwoord, het is onduidelijk wat de motivatie van de

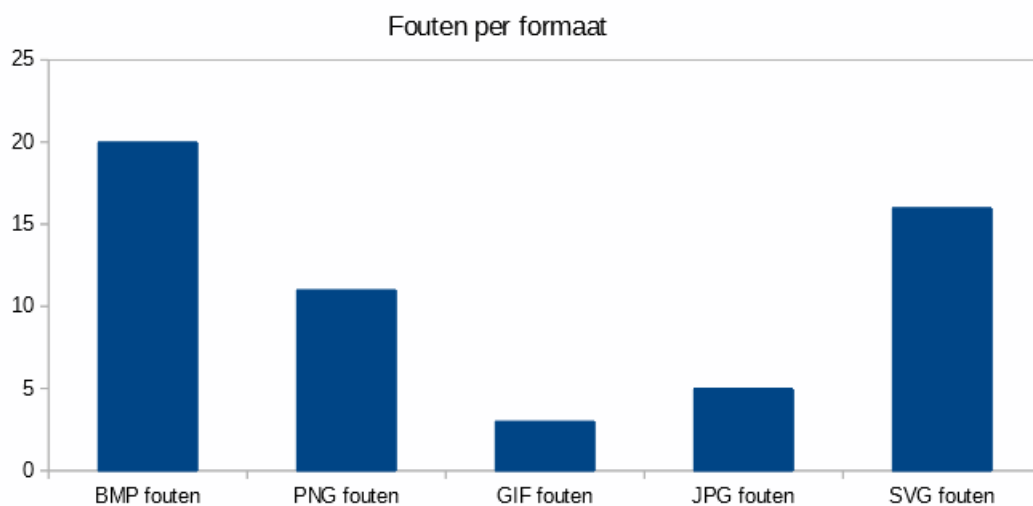
leerling is.

6.1.3 Formaten tabel

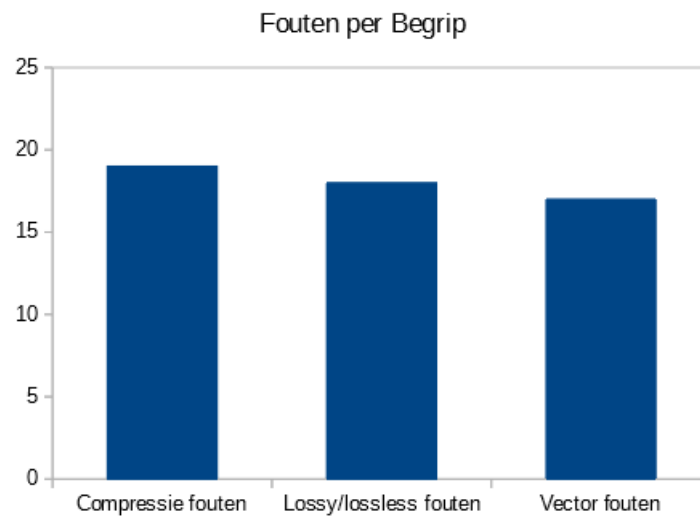
7 leerlingen hebben de Formaten Tabel foutloos ingevuld.



De formaten waar de leerlingen de meeste fouten bij hebben gemaakt in de Formaten Tabel zijn .BMP en .SVG. Bij het .GIF en .JPG formaat zijn de minste fouten gemaakt.



De gemaakte fouten zijn gelijkmatig verdeelt over de 3 begrippen.

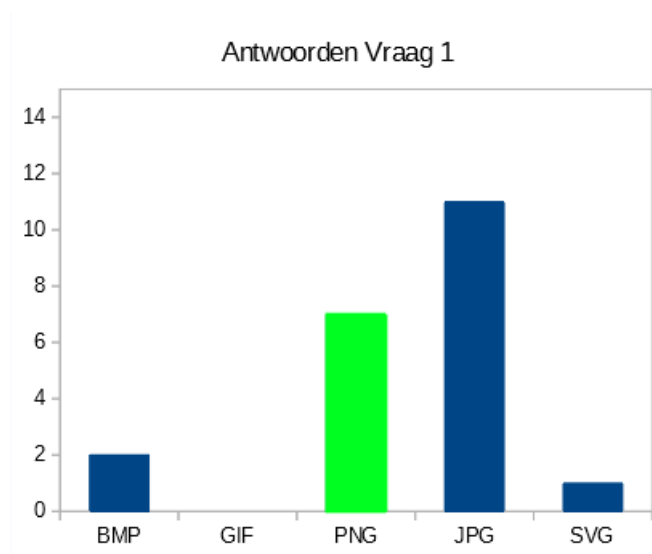
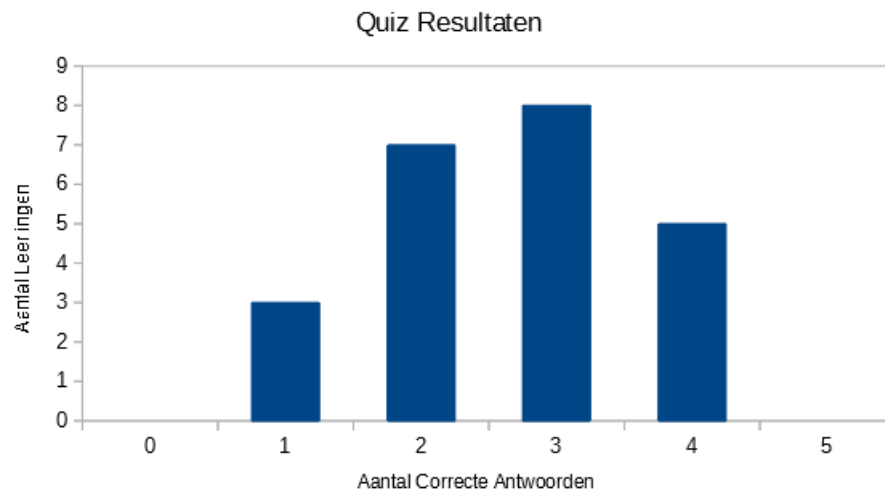


8 Leerlingen schreven op dat .BMP compressie gebruikt en .SVG geen compressie gebruikt. Raster/Vector fouten komen het meeste voor bij het .PNG formaat met 6 fouten. Bij Lossy/Lossless zijn 8 fouten gemaakt bij .BMP.

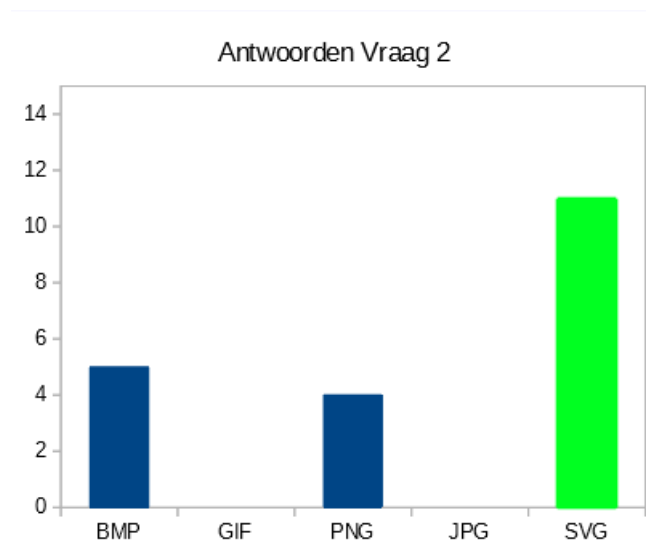
	BMP	GIF	JPG	PNG	SVG	Total
Compressie	8	0	1	1	9	19
Raster/Vector	3	3	1	6	4	17
Lossy/Lossless	8	0	3	4	3	18
Total	19	3	5	11	16	

6.1.4 Quiz

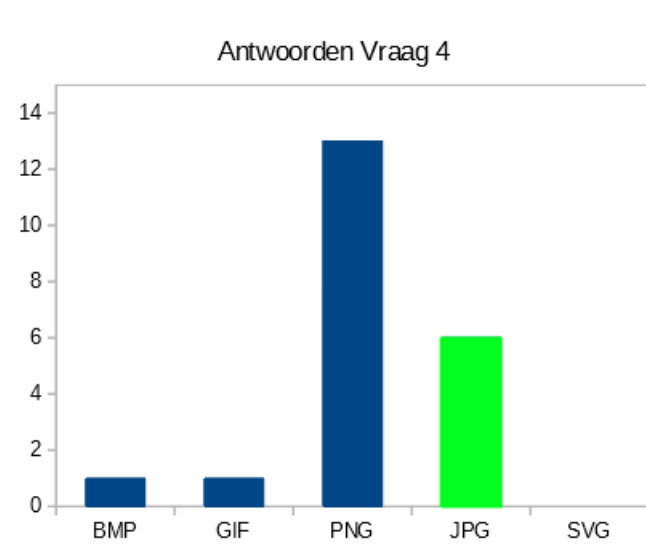
Gemiddeld hadden de leerlingen 3 vragen goed. 13 van de 23 leerlingen hadden 3 of meer goede antwoorden.



De meeste leerling kozen verkeerd voor .JPG, het goede antwoord was .PNG



De meeste leerling kozen verkeerd voor .SVG, dat was het goede antwoord.



De meeste leerling kozen voor .PNG, het goede antwoord was .JPG

6.2 Observaties

We zullen hier de meest belangrijke observaties die tijdens de les door de onderzoeker gemaakt zijn benoemen. In de appendix hebben we alle observaties per klassikale vraag beschreven, dat betekent dat alle observaties tot en met de eerste klassikale vraag als eerste worden genoteerd, daarna de

tweede vraag enzovoorts. Voor de context van de vragen wordt verwezen naar het uitgebreide lesplan in de appendix.

Op de vraag 'Hoe zou je iets efficiënter kunnen opslaan dan .BMP (met rgb)?' gaven leerlingen de volgende, geparafraseerde, antwoorden:

- Als je de hoeken van een vlak weet, kan je alles alles daarbinnen één kleur geven
- Elke rij wijs je één kleur toe.
- Je kunt blokken van 5x5 één kleur maken.
- Je kunt de afbeelding verdelen zoals in een quadtree gebeurt en dan op die manier de kleuren verdelen (de term quadtree niet letterlijk genoemd maar wel de beschrijving ervan)
- Geef eerst aan welke kleuren er zijn(kleurenpalet), verwijs vervolgens naar die kleuren met codes.

Op de vraag 'Ziet een afbeelding opgeslagen in .BMP er anders uit dan in .PNG' antwoorden 3 leerlingen 'ja'

Op de vraag 'Bij welke type afbeeldingen zou je een lossy formaat gebruiken' gaven leerlingen de volgende antwoorden

- Animatie
- Computer gegenereerd
- Natuur, want die is lossless
- Als de afbeelding klein is maakt het weinig uit. Als het groter is, zie je wel verschil
- Welk doel heeft de afbeelding? Alleen vorm of is er nog meer belangrijk? Als het om de afbeelding gaat is het lossless.

De afbeelding die de compressie van .JPG moest laten zien, was niet duidelijk op de beamer.

Ongeveer vier leerlingen waren tijdens groepswork niet met de opdracht bezig.

Ongeveer tien leerlingen gaven aan dat ze de gegeven hint bij het raster/-vector werkblad niet begrepen. Dit zeiden ze direct nadat de hint gegeven was, het is onduidelijk of ze de hint nog later, tijdens het maken van het werkblad, begrepen.

Leerlingen gebruikte in hun antwoorden vaak het begrip 'Scherpte' bijvoorbeeld in: "Een svg die is altijd scherp". We hebben dit begrip zelf nergens geïntroduceerd. Met scherppte werd hoogstwaarschijnlijk de kwaliteit of het detail van de afbeelding bedoeld.

6.3 Leerdoelen

Hier zullen we bespreken welke leerlingen welke leerdoelen hebben behaald. In de methode hebben we uitgelegd hoe we bepalen welke leerling welk leerdoel heeft behaald. Er is in de appendix een volledig overzicht van welke (anonieme) student welk leerdoel gehaald heeft met welke score te vinden.

6.3.1 Behaalde Leerdoelen

leerdoel 1

23 leerlingen hebben dit leerdoel behaald. de klassikale score is 87%

leerdoel 2

14 leerlingen hebben dit leerdoel behaald. de klassikale score is 61%

leerdoel 3

11 leerlingen hebben dit leerdoel behaald. de klassikale score is 40%

leerdoel 4

15 leerlingen hebben dit leerdoel behaald. de klassikale score is 46%

leerlingID	leerdoel1	leerdoel2	leerdoel3	leerdoel4	gemiddelde
245	89%	100%	100%	75%	91%
260	96%	100%	50%	75%	80%
150	80%	0%	0%	0%	20%
321	87%	0%	0%	25%	28%
125	97%	0%	25%	50%	43%
263	73%	100%	0%	50%	56%
312		0%	0%	0%	0%
7	83%	100%	0%	25%	52%
70	100%	100%	100%	75%	94%
224	87%	0%	25%	75%	47%
136	87%	100%	75%	50%	78%
147	81%	100%	0%	25%	52%
268	73%	0%	0%	25%	25%
77	72%	100%	100%	50%	80%
104	80%	0%	50%	75%	51%
392	89%	100%	25%	25%	60%
79		0%	25%	25%	17%
315	100%	100%	75%	75%	88%
126	100%	0%	50%	50%	50%
14	80%	100%	100%	50%	83%
71	100%	100%	0%	50%	63%
75	100%	100%	100%	50%	88%
99	88%	100%	25%	50%	66%
39	89%		33%		52%
317	73%		0%		24%
607			100%		100%
gemiddelde	87%	61%	41%	46%	57%
>= 50%	23	11	11	15	18

Legenda

Geen Data

100.00% Ruim Voldoende

50.00% Voldoende

0.00% Onvoldoende

In deze tabel is te zien dat bijvoorbeeld de leerling met ID 315 de eerste twee leerdoelen 100% behaalt heeft, en de andere twee leerdoelen 75% behaalt. Ook kun je zien dat leerling met ID 312 voor het eerste leerdoel geen data heeft (geen werkbladen ingevuld) en de andere drie leerdoelen 0% behaalt heeft.

6.4 Kwalitatieve Data Analyse

We hebben de Codes onderverdeeld in groepen: .BMP, .GIF, .JPG, .PNG, .SVG, Compressie, Lossy/Lossless, Vector en onverwachte codes. Elke groep is gevuld met de passende codes, het kan zo zijn dat één code zowel in .PNG fouten als in Compressie fouten zit. Elke groepsnaam spreekt voor zich, alleen 'Onverwachte Codes' heeft nog nadere verklaring nodig. Met onverwachte fouten bedoelen we, naast fouten die we niet verwacht hebben,

de fouten die we niet redelijkerwijs kunnen verklaren aan de hand van het lesmateriaal en/of de type begripsproblemen. Een voorbeeld van een onverwachte fout is "BMP heeft geen detail". We vragen ons bij dit soort antwoorden vaak af of het antwoord een gok was, dat er lesstof vergeten was, of dat er nog een andere verklaring mogelijk is.

We zullen alle groepen afgaan en de bijbehorende codes benoemen en tot welk type begripsprobleem ze behoren.

	samenvattin...	Quiz	Totals
BMP fouten	20	2	22
Compressie fouten	19	2	21
GIF fouten	3	1	4
JPG fouten	5	7	12
Lossy/lossless fouten	18	2	20
Onverwacht	1	6	7
PNG fouten	11	2	13
SVG fouten	16	0	16
Vector fouten	17	0	17
Totals	110	22	132

Code	Aantal	Type
BMP		
BMP gebruikt compressie	10	Moeilijkheid
BMP gebruikt Vector	3	Moeilijkheid
BMP heeft geen detail	1	Conceptueel Misverstand
BMP is goed voor tekst	1	Conceptueel Misverstand
BMP is lossy	8	Moeilijkheid
GIF		
GIF gebruikt Vector	3	Moeilijkheid
GIF is goed voor natuurfoto's	1	Conceptueel Misverstand
JPG		
JPG combineert kleuren (zoals in GIF)	1	Conceptueel Misverstand
JPG compressie is zichtbaar in natuurfoto's	2	Conceptueel Misverstand
JPG een pixel moet een kleur hebben, het kan niet leeg zijn	1	Notional Machine Misverstand
JPG gebruikt geen compressie	1	Moeilijkheid
JPG gebruikt Vector	1	Moeilijkheid
JPG is goed voor afbeeldingen met scherpe kleur overgangen	1	Conceptueel Misverstand
JPG is lossless	5	Moeilijkheid
PNG		
PNG gebruikt geen compressie	1	Moeilijkheid
PNG gebruikt Vector	6	Moeilijkheid
PNG gebruikt weinig kleuren	1	Moeilijkheid
PNG is lossy	5	Moeilijkheid
PNG slaat kleuren makkelijk op	1	Notional Machine Misverstand

Code	Aantal	Type
SVG		
SVG code blijft even groot bij vergroting	13	n/a
SVG code wordt langer bij vergroting	6	Notional Machine Misverstand
SVG Concept bedacht	10	n/a
SVG gebruikt geen compressie	9	Moeilijkheid
SVG gebruikt Raster	4	Moeilijkheid
SVG is lossy	3	Moeilijkheid
Compressie		
BMP gebruikt compressie	10	Moeilijkheid
JPG gebruikt geen compressie	1	Moeilijkheid
PNG gebruikt geen compressie	1	Moeilijkheid
SVG gebruikt geen compressie	9	Moeilijkheid
Lossy/lossless		
BMP is lossy	8	Moeilijkheid
JPG is lossless	5	Moeilijkheid
PNG is lossy	5	Moeilijkheid
SVG is lossy	3	Moeilijkheid
Raster/Vector		
BMP gebruikt Vector	3	Moeilijkheid
GIF gebruikt Vector	3	Moeilijkheid
JPG gebruikt Vector	1	Moeilijkheid
PNG gebruikt Vector	6	Moeilijkheid
SVG gebruikt Raster	4	Moeilijkheid

Code	Aantal	Type
Onverwacht		
Quadtrees	2	
BMP heeft geen detail	1	
BMP is goed voor tekst	1	
GIF is goed voor natuurfoto's	1	
JPG een pixel moet een kleur hebben, het kan niet leeg zijn	1	
JPG is goed voor afbeeldingen met scherpe kleur overgangen	1	
PNG gebruikt weinig kleuren	1	
PNG slaat kleuren makkelijk op	1	

Uit deze codes ontdekken we dat, tijdens de les, leerlingen .JPG en .PNG veel door elkaar halen. Twee van de leerlingen zeggen dat (normale) .JPG compressie zichtbaar is in natuurfoto's en vijf zeggen dat .JPG lossless is "Precies hetzelfde, alle pixels worden behouden".

Een vijftal leerlingen zeggen dat .PNG lossy is "De png kun je comprimeren maar dat is geen lossless". Zes leerlingen zeggen dat .PNG Vector gebruikt.

Ook is er wat onduidelijkheid over .BMP: tien leerlingen zeggen dat .BMP compressie gebruikt ".BMP, want dat gebruikt minder geheugen dus sneller verstuurt", acht leerlingen denken dat dit lossy compression is.

Zes leerlingen zeggen dat een .SVG code langer wordt bij vergroting "Langer want er komen meer details" en negen zeggen dat .SVG geen compressie gebruikt.

De zojuist benoemde begripsproblemen zijn allemaal Moeilijkheden met uitzondering van '.JPG compressie zichtbaar is in natuurfoto's' Dit is een Conceptueel Misverstand omdat het achterliggende begrip van het .JPG formaat waarschijnlijk niet aanwezig is in de leerlingen. We zien dat ze de kennis dat .JPG afbeeldingen geschikt zijn voor natuurfoto's niet gebruiken.

De andere uitzondering is: '.SVG code langer wordt bij vergroting' Dit is een Notional Machine Misverstand omdat de leerlingen niet goed genoeg begrijpen hoe de computer een .SVG formaat opslaat. Ze gebruiken niet het feit dat de computer de afbeelding opslaat door het te interpreteren als een verzameling vormen met bepaalde eigenschappen.

".JPG en .PNG door elkaar halen" kan voorkomen worden door in de les meer voorbeelden te geven van situaties waarin .PNG het juiste formaat is

en .JPG niet, en andersom.

”.BMP gebruikt compressie” kan voorkomen worden door de leerlingen meer te laten oefenen met classificeren of een bepaald formaat compressie gebruikt. Een andere manier om dit te voorkomen, is langer stilstaan bij de Formaten Tabel en de eigenschappen van .BMP.

”.SVG code langer wordt bij vergroting” kan voorkomen worden door de leerlingen een beter beeld te laten vormen over hoe een afbeelding precies wordt omgezet naar een code, dit kan gedaan worden door middel van meer vragen of oefeningen.

Hoofdstuk 7

Lesevaluatie

We zullen hier eerst bespreken welke vragen per werkblad vaak goed of fout gemaakt zijn. Daarna zullen we een aantal verbeteringen voorstellen. Met deze verbeteringen zullen we een tweede versie van het lesmateriaal maken. Dit verbeterde lesmateriaal is te vinden in de appendix.

7.1 Werkbladen

We bespreken één voor één ieder werkblad: Voorkennis, Raster/Vector, Formaten Tabel en de Quiz. We bespreken wat in deze werkbladen wel en niet naar verwachting verliep. Daarna bespreken we welke aanpassingen we zullen maken aan het lesmateriaal, zodat meer leerlingen de leerdoelen zullen behalen.

7.1.1 Voorkennis

Bijna elke leerling heeft ooit gehoord van de formaten .GIF .PNG en .JPG, dit is goed omdat het impliceert dat de leerlingen tenminste weten dat afbeeldingen in 'formaten' worden opgeslagen. De leerlingen zullen ook een vermoeden hebben dat deze formaten verschillen van elkaar. In het maken van het lesmateriaal is de aanname gemaakt dat de leerlingen dit zouden begrijpen.

7.1.2 Raster/Vector

vraag 1

De vraag waar leerlingen het concept van .SVG moesten bedenken, was niet vaak correct beantwoord. Ook met de klassikale hint wisten 13 leerlingen geen goed antwoord op te schrijven. Opmerkelijk was dat bijna elke leerling

die een antwoord had gegeven, ook een goed antwoord had gegeven. Dit kan er op duiden dat de vraagstelling onduidelijk was. De leerlingen die de vraagstelling wel duidelijk vonden, konden de vraag eenvoudig correct beantwoorden. Maar voor de leerlingen die de vraagstelling niet duidelijk vonden, was de vraag te moeilijk.

We herhalen hier de vraagstelling (exclusief de bijbehorende afbeelding met drie simpele vormen): "Je zou de bovenstaande afbeelding kunnen opslaan als een .PNG zodat de lange lege rijen efficiënt kunnen worden opgeslagen (efficiënt betekent hier dat er zo min mogelijk data in de code opgeslagen hoeft te worden).

Maar voor deze afbeelding is er een betere manier van opslaan."

In de introductie is geschreven dat er een formaat is wat in dit geval beter dan .PNG is. Hier zien we geen problemen in.

De vraag: "Op welke manier zou je deze afbeelding kunnen opslaan, zodat de afbeelding lossless is en de code van de afbeelding zo kort mogelijk is."

Hier komen veel begrippen op de leerling af: "opslaan", "lossless", "code".

En ook zijn er veel eisen die aan de leerling gesteld worden:

- De leerling moet een manier van opslaan bedenken
- Het formaat moet lossless zijn
- Het formaat moet een zo kort mogelijke code hebben.

We hadden verwacht dat sommige leerlingen niet zouden weten waar ze moesten beginnen bij deze vraag. Daarom hadden we de hint gegeven: "Denk aan hoe je de afbeelding aan je buurman zou uitleggen". Na het vertellen van deze hint gaf een leerling de reactie dat de hint niet behulpzaam was.

vraag 2

De leerlingen die vraag 1 goed beantwoord hadden, hadden vraag 2 over het algemeen ook goed beantwoord.

vraag 3

Het lijkt erop dat sommige leerlingen deze vraag verkeerd hebben begrepen. De bedoeling was dat ze uitleg gaven aan de hand van concepten zoals lossless/lossy of de lengte van de code. Een deel van de leerlingen deed dit niet.

7.1.3 Formaten tabel

Het resultaat van de formaten tabel was goed. De tabel gaf goed inzicht in waar de leerlingen moeite mee hebben. Ook heeft het de leerlingen geholpen met het onthouden van de eigenschappen van afbeeldingsformaten tijdens het maken van de Quiz, daardoor was het mogelijk om concepten te toetsen in plaats van weetjes. De leraar zou de tabel ook kunnen gebruiken om te zien welk onderwerp meer uitleg nodig heeft.

Een paar opmerkelijke resultaten waren de codes '.BMP gebruikt compressie', '.SVG gebruikt geen compressie', '.BMP is lossy', '.PNG gebruikt vector', '.PNG is lossy' en '.JPG is lossless'.

7.1.4 Quiz

We zijn tevreden met de uitvoering van de Quiz. De quiz heeft goed getoetst welke begrippen de leerlingen wel en niet begrijpen en hoe ze deze gebruiken in de keuze van het juiste afbeeldingsformaat bij een bepaalde situatie. We verwachten dat de resultaten van de Quiz verbeteren wanneer er langer dan 90 minuten de tijd is voor het complete lesmateriaal.

vraag 1

De meeste leerlingen hebben, verkeerd, voor .JPG gekozen. Waarschijnlijk herinnerde ze zich dat .JPG compressie heeft en daarmee kleine bestanden produceert. Ze zijn dan echter vergeten dat .JPG niet geschikt is voor afbeeldingen met scherpe kleur overgangen. Na .JPG kozen de meeste leerlingen voor .PNG.

vraag 2

Deze vraag was goed gemaakt, leerlingen gebruikte de (wiskundige) vormen en losslessness van vergroting/verkleining van .SVG in hun antwoorden.

vraag 3

De meeste leerlingen hadden door dat een .JPG afbeelding lossy compression heeft en dat daardoor een afbeelding er anders uit kan zien nadat het als .JPG is opgeslagen. Ze wisten dit te combineren met het feit dat .JPG niet goed is voor afbeeldingen met scherpe kleurovergangen.

vraag 4

Bij deze vraag hebben veel leerlingen, verkeerd, voor .PNG gekozen. De meest voorkomende motivatie voor .PNG was dat .PNG lossless is. Deze leerlingen kunnen dit antwoord, in plaats van .JPG, gegeven hebben omdat ze "maar dat de afbeelding toch even mooi blijft." interpreteerde als dat

het formaat lossless moest zijn, waardoor alleen .PNG als redelijke keuze overbleef. Echter zou .JPG bijna niks aan de kwaliteit van de afbeelding veranderen, maar .JPG kan het toch efficiënt opslaan. .PNG kan het niet efficiënt opslaan, omdat er geen lange rijen van dezelfde kleuren zijn.

De rest van de leerlingen hebben voor .JPG gekozen omdat het goed is voor natuurfoto's of foto's zonder scherpe kleur overgangen en omdat de compressie in dit geval geen herkenbaar effect zal hebben op de afbeelding

vraag 5

Deze vraag hebben bijna alle leerlingen goed gemaakt. De leerlingen die deze vraag niet goed hebben gemaakt, hebben niks ingevuld.

7.2 Observaties

Veel leerlingen leken de .GIF sectie te eenvoudig te vinden, ze hebben ook goede resultaten behaald bij vragen over het .GIF formaat.

Sommige leerlingen maakten fouten wanneer er naar de eigenschappen van .BMP gevraagd werd.

Leerlingen haalden .PNG en .JPG vaak door elkaar.

7.3 Verbeteringen

7.3.1 Voorkennis

Omdat het werkblad Voorkennis is gemaakt om eventuele onverwachte resultaten van het onderzoek te verklaren, zullen we geen verbeterde versie van dit werkblad maken

7.3.2 Raster/Vector

vraag 1

We splitsen de vraag op en stellen de hint nu als een inleidende vraag. We veranderen ook de formulering van de vraag zodat er niet meer gevraagd wordt om een 'formaat' te bedenken, maar dat er gevraagd wordt om het antwoord op de hint meer gestructureerd op te schrijven.

1.1: Je krijgt de opdracht om een afbeelding zo te beschrijven dat iemand, die de afbeelding niet gezien heeft, het toch kan tekenen.

Welke eigenschappen van de bovenstaande afbeelding moet je aan iemand vertellen zodat diegene het kan tekenen?

1.2: Denk je dat jij of iemand anders een computerprogramma zou kunnen maken dat van jouw antwoord op vraag 1.1 de afbeelding ook zou kunnen tekenen? Zo nee, wat zou je aan jouw beschrijving moeten veranderen zodat

een computerprogramma het wel kan tekenen?

vraag 2

Aan deze vraag is geen verandering nodig. Door de verandering van vraag 1, zal deze vraag door meer leerlingen goed beantwoord worden.

vraag 3

We vragen eerst of bij verkleining van .PNG informatie verloren gaat, daarna hetzelfde bij .SVG en we stellen vervolgens de originele vraag, zo zullen de leerlingen meer geneigd zijn om lossy/lossless in hun antwoorden te gebruiken.

7.3.3 Formaten tabel

We veranderen de formaten tabel niet. We raden aan dat deze tabel bij de Quiz of eventueel bij een (eind)toets door leerlingen erbij gehouden mag worden. Toetsen op weetjes en feiten is niet interessant.

7.3.4 Quiz

vraag 1

We zullen deze vraag niet veranderen. In plaats daarvan veranderen we het lesmateriaal structureel zodat de verschillen tussen .JPG en .PNG duidelijker worden. We zullen dit doen door meer tijd in te plannen voor .PNG en .JPG.

vraag 2

We veranderen deze vraag niet.

vraag 3

We veranderen deze vraag niet. Na uitgebreidere uitleg van .JPG en .PNG zoals beschreven bij de verbetering van vraag 1, zal deze vraag ook beter beantwoord worden.

vraag 4

We veranderen de formulering van deze vraag. We veranderen "maar dat de afbeelding toch even mooi blijft." naar "maar dat de afbeelding niet zichtbaar verandert na de opslag in het gekozen formaat.". Door deze verandering en

de uitgebreidere uitleg van .JPG en .PNG zoals beschreven bij de verbetering van vraag 1, zal deze vraag beter beantwoord worden.

vraag 5

We maken dit de eerste vraag van de toets, zodat de leerlingen een makkelijke eerste vraag krijgen.

7.3.5 Algemeen

We rekenen meer tijd in om het verschil tussen .PNG en .JPG duidelijk te maken. We zullen vooral meer voorbeelden geven en vragen stellen over wanneer de formaten verschillen en wanneer de één beter is dan de ander. We zullen sneller door de .GIF sectie gaan, zodat er meer tijd over is voor de lastigere onderwerpen.

We zullen meer aandacht besteden aan welke eigenschappen .BMP heeft. Omdat ze nooit expliciet genoemd zijn, hadden veel leerlingen moeite met de eigenschappen te bepalen. We zullen meer klassikale vragen stellen over de eigenschappen van .BMP

We zullen het .JPG compressie voorbeeld verduidelijken zodat ook op beamers te zien is welk effect de compressie heeft.

Hoofdstuk 8

Conclusie

8.1 Kenmerken van de Les

Onderzoeksvraag 1: Wat zijn kenmerken van een goede les over de datarepresentatie van afbeeldingen voor leerlingen informatica in de bovenbouw van HAVO/VWO?

We hebben het lesmateriaal ontworpen via het Directe Instructie model. We hebben het PCK model gebruikt om een beeld te krijgen van waar het lesmateriaal aan moet voldoen en welke moeilijkheden we verwachten.

De gekozen leerdoelen zijn:

1. De leerling kan eigenschappen en de opslagmethodes van de formaten BMP, GIF, PNG, JPG en SVG benoemen en kan ook benoemen wat de voor- en nadelen van elk formaat zijn.
2. De leerling kan het verschil tussen lossless en lossy compressie uitleggen en kan bij een afbeeldingsformaat beredeneren welke van toepassing is
3. De leerling kan het verschil tussen raster en vector afbeeldingen uitleggen en kan bij een bepaalde situatie/eis beredeneren welke soort geschikt is
4. De leerling kan voor bepaalde typen afbeeldingen/situaties, het best passende afbeeldingsformaat benoemen en de keuze beredeneren door gebruik te maken van concepten zoals lossless en lossy, raster en vector en de ingenomen ruimte door de afbeelding in bytes.

In *6.3 Leerdoelen* hebben we laten zien dat leerdoelen 1 en 2 behaald zijn, maar leerdoelen 3 en 4 niet. Vervolgens hebben we in *7 Lesevaluatie* geïdentificeerd welke vragen verbetering nodig hadden. In *7.3 Verbeteringen* hebben we vervolgens het lesmateriaal verbeterd zodat, naar verwachting, leerlingen met het verbeterde lesmateriaal leerdoelen 3 en 4 ook zullen behalen.

8.2 Begripsproblemen

Onderzoeksvraag 2: Welke Moeilijkheden, Conceptuele Misverstanden en Notional Machine Misverstanden bestaan er over de data representatie van afbeeldingen onder middelbare scholieren?

We hebben in totaal 24 verschillende begripsproblemen geïdentificeerd en geclassificeerd. We hebben in 77 gevallen deze begripsproblemen kunnen gebruiken in het verklaren van de antwoorden van de leerlingen. De belangrijkste begripsproblemen die we door dit onderzoek ontdekt hebben, zijn:

- ".JPG en .PNG door elkaar halen"(Conceptueel Misverstand). Dit begripsprobleem komt voort uit de misverstanden ".PNG is lossy", ".JPG is lossless" en ".JPG compressie is zichtbaar in natuurfoto's". We kunnen dit begripsprobleem voorkomen door in de les meer voorbeelden te geven van situaties waarin .PNG het juiste formaat is en .JPG niet, en andersom.
- ".BMP gebruikt compressie"(Moeilijkheid). We kunnen dit begripsprobleem voorkomen door de leerlingen meer te laten oefenen met classificeren of een bepaald formaat compressie gebruikt. Een andere manier om dit te voorkomen, is langer stilstaan bij de Formaten Tabel en de eigenschappen van .BMP.
- ".SVG code wordt langer bij vergroting"(Notional Machine Misverstand). We kunnen dit begripsprobleem voorkomen door de leerling een beter beeld te laten vormen over hoe een afbeelding precies wordt omgezet naar een code, door middel van meer vragen of oefeningen.

Ook hebben we geobserveerd dat leerlingen veel gebruik maken van het begrip 'scherpte'.

Literatuur

- Barendsen, E. & Tolboom, J. (2016). *Advies examenprogramma informatica havo/vwo*. <http://downloads.slo.nl/Repository/advies--examenprogramma-informatica-havo-vwo.pdf>.
- Boulay, B. D. (1986). Some difficulties of learning to program. *Journal of Educational Computing Research*, 2(1), 57-73.
- Bruning & Michels. (2013). *Concept-contextvenster*. <http://downloads.slo.nl/Repository/concept-contextvenster.pdf>.
- Direct instruction*. (z. j.). <http://www.worksheetlibrary.com/-teachingtips/directinstruction.html>.
- Eisenberg, J. D. & Bellamay-Royds, A. (2014). *'svg essentials: Producing scalable vector graphics with xml*.
- Gal-Ezer, J. & Trakhtenbrot, M. (2016). Identification and addressing reduction-related misconceptions. *Computer Science Education*, 26(2-3), 89-103.
- Henze, I. & Barendsen, E. (2016). *Using PCK forms for capturing teacher's PCK before, during and after teaching*. (Paper presented at PCK Summit, Leiden, December 2016)
- Holland, S., Griffiths, R. & Woodman, M. (1997, maart). Avoiding object misconceptions. *SIGCSE Bull.*, 29(1), 131-134.
- Korhonen, A., Seppälä, O. & Sorva, J. (2015, Oct). Automatic recognition of misconceptions in visual algorithm simulation exercises. In *2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (p. 1-5).
- Magnusson, S., Krajcik, J. & Borko, H. (1999, 01). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. , 95-132.
- Miano, J. (1999). *Compressed image file formats: Jpeg, png, gif, xbm, bmp*.
- Ragonis, N. & Ben-Ari, M. (2005, 09). A long-term investigation of the comprehension of oop concepts by novices. , 15.
- Shulman. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Sirkiä, T. & Sorva, J. (2012). Recognizing programming misconceptions - an analysis of the data collected from the uuhistle program simulation tool..

Hoofdstuk 9

Appendix

9.1 Lesplan

taak	docent	leerlingen	slide
Intro <10 min	<p>Maak duidelijk dat de les gaat over hoe afbeeldingen worden opgeslagen op de computer</p> <p>Maak duidelijk dat de les gemaakt is door een student informatica voor zijn bachelorscriptie</p> <p>deel werkblad 'voorkennis' uit, leg uit dat het niet erg is als de leerlingen antwoorden niet weten. De leerlingen moeten het blad individueel maken (1-3 minuten) werkbladen verzamelen</p>	Blad invullen	1
Bmp 10 min	<p>Maak een verbinding naar de websites die de leerlingen gemaakt hebben, (daar zullen ze afbeeldingen gebruikt hebben. Weet iemand welk formaat ze toen gebruikt hebben.)</p> <p>stel de vraag hoe die afbeeldingen eigenlijk zijn opgeslagen op de computer?</p> <p>als 1'en en 0'en , maar hoe wordt een afbeelding dan daar naar omgezet?</p> <p>Leg uit dat een afbeelding uit pixels bestaat</p> <p>Laat 'afbeelding bmp 1' zien. Stel nogmaals de vraag hoe deze afbeelding kunt beschrijven met 1'en en 0'en</p> <p>geef iedere pixel een waarde, en zet die waardes vervolgens op een rij (volgorde links → rechts, boven → onder)</p> <p>vraag welke waarde je aan welke pixels geeft</p> <p>Laat alle waardes zien, en laat het getal zien wat wordt geproduceerd als al deze waardes op een rij worden gezet</p> <p>benoem kort, dat er in het echt aan iedere pixel een waarde wordt gegeven van 0 tot 255, afhankelijk van hoe zwart de pixel is. Ipv zwart 1 wit 0</p> <p>benadruk dat deze rij getallen effectief hetzelfde zijn als hoe 'smiley.bmp' is opgeslagen op de computer. Een afbeelding opslaan is dus niks anders als een afbeelding omzetten naar een 'code'</p>	<p>Antwoord(als 1'en en 0'en)</p> <p>Antwoord (waarschijnlijk geen goed antwoord)</p> <p>Antwoord (iedere pixel een waarde geven)</p> <p>Antwoord (zwart 1 wit 0)</p>	<p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5&6</p>

	<p>Laat 'afbeelding bmp 2' zien</p> <p>Nu zijn er ook kleuren in de afbeelding vraag hoe we nu ook kleuren kunnen opslaan</p> <p>laat een afbeelding zien van de kleuren-selector in paint leg uit dat een kleur bestaat uit een combinatie van rood groen en blauw. Vraag nogmaals hoe we dit kunnen toepassen om ook kleuren afbeeldingen op te slaan.</p> <p>Vraag om antwoorden op de twee vragen op de slides</p> <p>Vat de manier van opslaan kort samen: afbeelding → iedere pixel een waarde → waardes op een rij leg nogmaals nadruk op dat de afbeelding zo daadwerkelijk is opgeslagen op de computer.</p> <p>Deze manier van opslaan heet .BMP</p>	<p>Antwoord (waarschijnlijk geen goed antwoord)</p> <p>Antwoord(op dezelfde manier als net, maar nu heeft iedere pixel 3 waardes voor RGB</p>	<p>7</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10-12</p>
Gif 10 min	<p>Vertel dat we nu een manier hebben om kleuren op te slaan, maar dat er wel meer ruimte in beslag wordt genomen per pixel. Vraag hoe veel meer</p> <p>Laat 'afbeelding gif 1' zien in deze afbeelding zijn maar 3 kleuren, dan zou het zonde zijn om toch steeds 3 getallen te moeten opslaan (voor rood blauw en groen).</p> <p>Laat de leerlingen in groepjes van 2-3 bedenken hoe dit efficiënter kan (3-5 minuten)</p> <p>nabespreking aan de hand van de slides</p> <p>Als er voldoende tijd is: Vat de manier van opslaan samen: afbeelding → iedere pixel een waarde → waardes op een rij met nadruk op dat de 'waardes' nu verwijzen naar het kleuren palet</p>	<p>Antwoord(3x zoveel)</p> <p>bespreek met medeleerlingen</p> <p>beantwoord vragen</p>	<p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16-19</p>

	<p>vraag op welke afbeeldingen deze Run-Length Encoding compressie goed zou werken</p> <p>Als er tijd over is: Vat de manier van opslaan samen: afbeelding → iedere pixel een waarde → waardes op een rij → Run-Length Encoding</p>	<p>antwoord (afbeeldingen met veel dezeleefde kleuren achter elkaar)</p>	
Lossy lossless 10 min	<p>Vraag of een afbeelding opgeslagen in bmp er anders uitziet dan dezelfde afbeelding opgeslagen in png</p> <p>We zouden een code van een afbeelding ook kunnen verkleinen door een deel van de informatie van de afbeelding weg te gooien.</p> <p>Laat 'afbeelding jpg 1' zien vertel dat bijna elke pixel in de lucht een andere kleur is. Maar dat er met je ogen bijna geen verschil tussen de kleuren kan zien.</p> <p>Vraag hoe je hier de afbeelding efficiënter kan opslaan</p> <p>Vertel dat het opslaan van een afbeelding, waar een deel van de data weggegooid wordt, lossy 'verliezend' heet</p> <p>vraag of iets als bmp opslaan lossy is</p> <p>Nee, het opslaan van een afbeelding zonder verlies van data, heet lossless 'verliesloos'</p> <p>vraag of iets als png opslaan lossy of lossless is en waarom</p> <p>vraag bij welke afbeeldingen je een lossy opslag zou gebruiken</p>	<p>Antwoord (nee)</p> <p>Antwoord (vervang al die blauwe kleuren door 1 of enkele kleuren blauw)</p> <p>Antwoord (Nee)</p> <p>Antwoord (lossless, want er wordt geen data weggegooid)</p> <p>Antwoord(bij afbeeldingen waar er veel data in de afbeeldings code is die een mens niet terug zou kunnen zien in de afbeelding)</p>	<p>28</p> <p>29</p> <p>30</p> <p>31</p> <p>32</p>

	<p>Een voorbeeld van een lossy formaat is JPG laat 'afbeelding jpg 2' zien</p> <p>In deze afbeelding is aan de ene kant een bmp afbeelding te zien en aan de andere kant dezelfde afbeelding, maar dan in jpg met relatief sterke compressie.</p> <p>Ga kort door de slides</p>		<p>33 34</p> <p>35- 37</p>
Raster/ vector 10 min	<p>Deel raster vs vector werkblad uit</p> <p>na ~3 minuten een hint geven voor opgave 1: 'hoe zou je de afbeelding beschrijven aan je buurman?'</p> <p>nabespreking aan de hand van de slides</p>	Maak het werkblad individueel	<p>38 39</p> <p>40- 41</p>
Tabel 10 min	<p>Samen met de leerlingen een tabel maken op het white-bord om een overzicht te krijgen van de verschillende afbeeldingsformaten.</p> <p>Per afbeeldings formaat aangeven of deze lossy/lossless, raster/vector is, of het compressie heeft en wat de bijzonderheden van het formaat zijn.</p> <p>Als iemand er naar vraagt: Bij .GIF kun je kiezen of het lossless of lossy is.</p> <p>Je kunt bij een afbeelding met veel kleuren kiezen voor een evengroot kleurenpalet, dan is de methode lossless. Maar je kunt ook kiezen om een kleiner kleurenpalet te gebruiken (eventueel terug gaan naar slide 29) dan is het lossy</p>	meehelpen	<p>42</p> <p>43</p>
Quiz 10 min	<p>Quiz uitdelen</p> <p>Vraag leerlingen om foute antwoorden niet weg te strepen, maar om op een andere manier aan te geven welk antwoord ze denken dat goed is, als er geen ruimte meer is, kunnen ze op de achterkant van het blad schrijven.</p> <p>Vertel dat de leerlingen de tabel mogen bekijken tijdens de quiz</p> <p>Vertel dat de afbeeldingen waarna in de quiz verwezen worden, geprojecteerd staan op het bord</p> <p>Quiz nabespreken, waarbij verwezen kan worden naar de tabel, dit dient tevens als de afronding</p> <p>Vraag de leerlingen om hun antwoorden niet meer te veranderen op de quiz</p> <p>quiz ophalen.</p>	Quiz maken	<p>44</p> <p>45</p>

9.2 Werkbladen Origineel

9.3 Voorkennis

Voorkennis

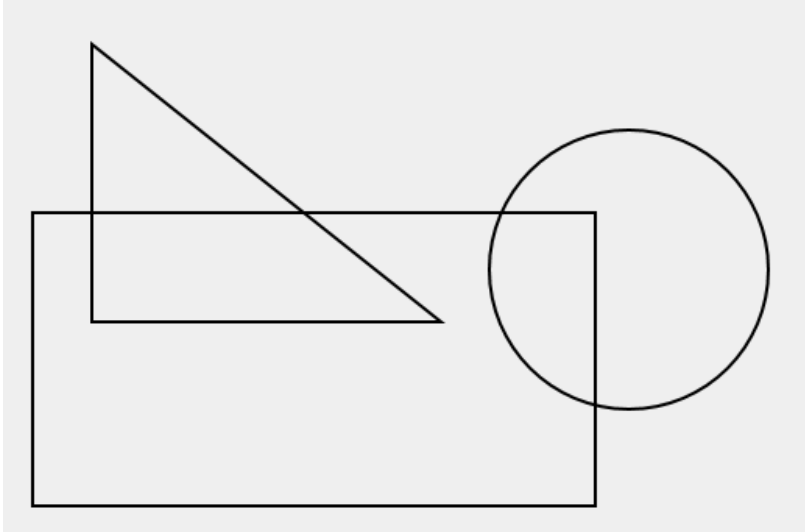
Nummer: _____

1. Omcirkel de afbeeldingsformaten waar je van hebt gehoord: BMP , GIF , PNG , JPG , SVG
2. Omcirkel de afbeeldingsformaten die je zelf al eens hebt gebruikt om een afbeelding in op te slaan: BMP , GIF , PNG , JPG , SVG
3. Je hebt een foto gemaakt van een kat, in welk van de bovenstaande formaten zou jij die foto opslaan?

4. Je hebt een foto gemaakt van een stuk tekst, in welk van de bovenstaande formaten zou jij die foto opslaan?

9.3.1 Raster/Vector

1.



Je zou de bovenstaande afbeelding kunnen opslaan als een PNG zodat de lange lege rijen efficiënt kunnen worden opgeslagen (efficiënt betekend hier dat er zo min mogelijk data in de code opgeslagen hoeft te worden). Maar voor deze afbeelding is er een betere manier van opslaan.

Op welke manier zou je deze afbeelding kunnen opslaan, zodat de afbeelding lossless is en de code van de afbeelding zo kort mogelijk is.

Vanaf hier verwijzen we naar het door jou gekozen formaat als 'SVG'

2. Wat gebeurt er met de code van de SVG afbeelding wanneer de originele afbeelding 2 keer wordt vergroot? Wordt deze langer/korter en wat verandert er aan?

3. Welk formaat is volgens jou beter geschikt om vergroot en verkleind te worden en waarom?

• Extra schrijfruimte:

9.3.2 Quiz

Quiz

Nummer: _____

1. Stel je zit in de trein met je vrienden te whatsappen en wil een afbeelding versturen van de sterren in de lucht die je gisteravond gefotografeerd had. Helaas zit je op de NS-wifi dus snel zal het niet gaan. Toch wil je deze afbeelding zo snel mogelijk versturen.
In welk afbeeldingsformaat sla je de afbeelding op, en waarom?

2. Tijdens het maken van een website voor een klant heb je een mooie 'banner' afbeelding toegevoegd, nu krijg je te van de klant te horen dat de website ook goed moet werken op het kleine scherm van een telefoon. je kiest er voor om de grootte van de 'banner' aan te passen aan de breedte van het scherm.
Welk afbeeldingsformaat is nu het meest geschikt om de 'banner' in op te slaan, en waarom?

3. Je bent pixel-art aan het maken in Paint, maar het is al laat en tijd om te stoppen. Je besluit de afbeelding op te slaan als .JPG.
Wat zie je de volgende dag wanneer je de afbeelding weer opent, waardoor komt dit?

4. Canon wil een wedstrijd organiseren om wie de mooiste natuurfoto kan maken, er wordt verwacht dat er veel deelnemers zullen zijn, maar Canon heeft niet genoeg budget om genoeg datacenters te huren. Canon heeft jou ingehuurd om te bepalen in welk formaat deze landschap fotos het beste kunnen worden bewaard, zodat er zo min mogelijk ruimte wordt ingenomen, maar dat de afbeelding toch even mooi blijft. Licht je antwoord toe:

5. Wat beschrijft de code '4 0, 3 2, 2 4' van een .PNG afbeeldingen (Hoe ziet de code er uit als deze niet gecomprimeerd is)

9.4 Werkbladen Uitwerkingen

9.4.1 Voorkennis

Voorkennis

Nummer: _____

1. Omcirkel de afbeeldingsformaten waar je van hebt gehoord: BMP , GIF , PNG , JPG , SVG
2. Omcirkel de afbeeldingsformaten die je zelf al eens hebt gebruikt om een afbeelding in op te slaan: BMP , GIF , PNG , JPG , SVG
3. Je hebt een foto gemaakt van een kat, in welk van de bovenstaande formaten zou jij die foto opslaan? JPG, want de afbeelding is een foto zonder scherpe kleurovergangen.
4. Je hebt een foto gemaakt van een stuk tekst, in welk van de bovenstaande formaten zou jij die foto opslaan? PNG, want de afbeelding bestaat voornamelijk uit lange rijen van pixels met dezelfde kleur. run-length encoding werkt daar goed op

9.4.2 Raster/Vector

1.

Je zou de bovenstaande afbeelding kunnen opslaan als een PNG zodat de lange lege rijen efficiënt kunnen worden opgeslagen (efficiënt betekend hier dat er zo min mogelijk data in de code opgeslagen hoeft te worden). Maar voor deze afbeelding is er een betere manier van opslaan.

Op welke manier zou je deze afbeelding kunnen opslaan, zodat de afbeelding lossless is en de code van de afbeelding zo kort mogelijk is.

ANTWOORD:

je kunt opslaan welke vorm er op welke positie is [0.8]
en hoe hoog breed/ welke andere eigenschappen de vorm heeft [0.2]

Of een evenredig antwoord wat hint op het Vector concept.

Vanaf hier verwijzen we naar het door jou gekozen formaat als 'SVG'

2. Wat gebeurt er met de code van de SVG afbeelding wanneer de originele afbeelding 2 keer wordt vergroot? Wordt deze langer/korter en wat verandert er aan?

ANTWOORD:

De code blijft (ongeveer) even lang [0.8]
Want enkel de eigenschappen hoogte/breedte en x en y positie worden per vorm 2 maal vergroot, verder veranderd de code niet [0.2]

(In werkelijkheid zou de code een heel klein beetje langer worden, omdat er grotere(=langere) getallen worden opgeslagen)

3. Welk formaat is volgens jou beter geschikt om vergroot en verkleind te worden en waarom?

ANTWOORD:

.SVG [0.2]

- Want .SVG beschrijft alleen de vorm van de afbeelding [0.2]
- Want een .SVG code wordt niet groter na een vergroting [0.4]
- Want een .SVG wordt op elke grootte scherp afgebeeld, omdat het niet via een raster werkt [0.8]

Maximaal 0.2+0.8 te behalen

9.4.3 Quiz

Tussen [] staat het aantal punten wat ik per antwoord zou geven (niet relevant voor de les)

1. Stel je zit in de trein met je vrienden te whatsappen en wil een afbeelding versturen van de sterren in de lucht die je gisteravond gefotografeerd had. Helaas zit je op de NS-wifi dus snel zal het niet gaan. Toch wil je deze afbeelding zo snel mogelijk versturen.

In welk afbeeldingsformaat sla je de afbeelding op, en waarom?

ANTWOORD:

.PNG[0.5], want door de Run-Length Encoding kun je de zwarte ruimte efficiënt opslaan [0.5]
(.GIF en .JPG zijn bijna goed, maar ze bieden te weinig compressie in vergelijking met .PNG) [inclusief foutloze uitleg 0.2]
(.SVG en .BMP zijn helemaal fout) [0]

2. Tijdens het maken van een website voor een klant heb je een mooie 'banner' afbeelding toegevoegd, nu krijg je te van de klant te horen dat de website ook goed moet werken op het kleine scherm van een telefoon. je kiest er voor om de grootte van de 'banner' aan te passen aan de breedte van het scherm.

Welk afbeeldingsformaat is nu het meest geschikt om de 'banner' in op te slaan, en waarom?

ANTWOORD:

.SVG[0.5] want deze is geschikt voor afbeeldingen met reguliere vormen (in dit geval lijnen/delen van vijfhoeken)
en het is geschikt voor afbeeldingen die nog vergroot en verkleint zullen worden.[0.5 voor minstens 1 goede uitleg]
.GIF .PNG [inclusief foutloze uitleg 0.1]
.BMP .JPG [0]

3. Je bent pixel-art aan het maken in paint, maar het is al laat en tijd om te stoppen. Je besluit de afbeelding op te slaan als JPG.

Wat zie je de volgende dag wanneer je de afbeelding weer opent, waardoor komt dit? Geef uitleg.

ANTWOORD:

Een beschrijving die hint naar JPG artefacten zoals:

- "De pixel/kleuren rondom de persoon zijn veranderd" [0.6]
- "De afbeelding ziet er anders uit" [0.2]

Een specifiekere antwoord is meer punten waard. maximaal [0.6]

Reden:

- "JPG is een lossy formaat" [0.4]
- "JPG werkt niet goed op afbeeldingen met scherpe kleuren overgang" [0.3]
- "JPG is niet bedoeld voor pixel-art" [0.2]
- "Er mist data" [0.2]

Een specifiekere antwoord is meer punten waard. maximaal [0.4]

4. Canon wil een wedstrijd organiseren om wie de mooiste natuurfoto kan maken, er wordt verwacht dat er veel deelnemers zullen zijn, maar Canon heeft niet genoeg budget om genoeg datacenters te huren. Canon heeft jou ingehuurd om te bepalen in welk formaat deze landschap fotos het beste kunnen worden bewaard, zodat er zo min mogelijk ruimte wordt ingenomen, maar dat de afbeelding toch even mooi blijft. Licht je antwoord toe:

ANTWOORD:

.JPG [0.5],

want JPG is goed geschikt voor (natuur) foto's

want het is goed geschikt voor foto's zonder veel scherpe kleuren-overgangen [0.5 voor minstens 1 goede uitleg]

-
5. Wat beschrijft de code '4 0, 3 2, 2 4' van een PNG afbeeldingen (Hoe ziet de code er uit als deze niet gecomprimeerd is)

ANTWOORD:

000022244 [1 met 0.5 aftrek per unieke fout]

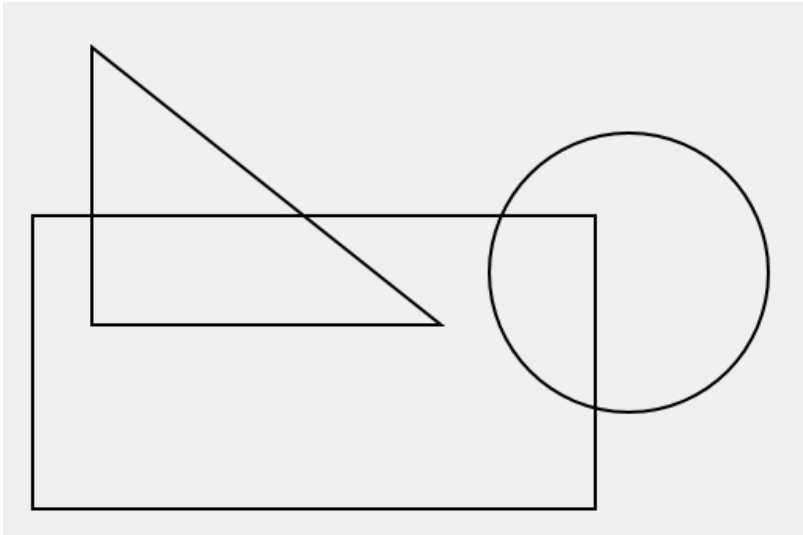
9.5 Werkbladen Verbeterd

9.5.1 Voorkennis

Dit werkblad had geen verbetering nodig

9.5.2 Rastervector

1.



2. Je krijgt de opdracht om een afbeelding zo te beschrijven dat iemand, die de afbeelding niet gezien heeft, het zou kunnen tekenen. Welke eigenschappen van de bovenstaande afbeelding zou je moeten vertellen zodat diegene de afbeelding goed kan tekenen (niet iedere pixel beschrijven zoals je bij png of bmp zou doen).

3. Denk je dat jij of iemand anders een computerprogramma zou kunnen maken dat van jouw antwoord op de vorige vraag de afbeelding ook zou kunnen tekenen? Zo nee, wat zou er aan jouw beschrijving moeten veranderen zodat een computerprogramma het wel kan tekenen?

Als het goed is heb je bij de vorige vragen tenminste de vormen(driehoeken,cirkels,lijnen etc.) op de afbeelding beschreven. We noemen dit formaat .SVG, Je slaat per vorm in de afbeelding op welke hoekpunten, dikte van de lijn, type vorm etc. de afbeelding heeft.

4. Wat gebeurt er met de code van de SVG afbeelding wanneer de originele afbeelding 2 keer wordt vergroot? Wordt deze langer/korter en wat verandert er aan?

5. Gaat er bij .PNG na een verkleining en vergroting van een afbeelding informatie (scherpte) verloren?

6. Gaat er bij .SVG na een verkleining en vergroting van een afbeelding informatie (scherpte) verloren?

7. Welk formaat is volgens jou beter geschikt om vergroot en verkleind te worden en waarom?

9.5.3 Quiz

Quiz

Nummer: _____

1. Wat beschrijft de code '4 0, 3 2, 2 4' van een .PNG afbeeldingen (Hoe ziet de code er uit als deze niet gecomprimeerd is)

2. Stel je zit in de trein met je vrienden te whatsappen en wil een afbeelding versturen van de sterren in de lucht die je gisteravond gefotografeerd had. Helaas zit je op de NS-wifi dus snel zal het niet gaan. Toch wil je deze afbeelding zo snel mogelijk versturen.

In welk afbeeldingsformaat sla je de afbeelding op, en waarom?

3. Tijdens het maken van een website voor een klant heb je een mooie 'banner' afbeelding toegevoegd, nu krijg je te van de klant te horen dat de website ook goed moet werken op het kleine scherm van een telefoon. je kiest er voor om de grootte van de 'banner' aan te passen aan de breedte van het scherm.

Welk afbeeldingsformaat is nu het meest geschikt om de 'banner' in op te slaan, en waarom?

4. Je bent pixel-art aan het maken in Paint, maar het is al laat en tijd om te stoppen. Je besluit de afbeelding op te slaan als .JPG.

Wat zie je de volgende dag wanneer je de afbeelding weer opent, waardoor komt dit?

5. Canon wil een wedstrijd organiseren om wie de mooiste natuurfoto kan maken, er wordt verwacht dat er veel deelnemers zullen zijn, maar Canon heeft niet genoeg budget om genoeg datacenters te huren.

Canon heeft jou ingehuurd om te bepalen in welk formaat deze landschap fotos het beste kunnen worden bewaard, zodat er zo min mogelijk ruimte wordt ingenomen, maar dat de afbeelding niet zichtbaar verandert na de opslag in het gekozen formaat. Licht je antwoord toe:

9.6 Presentatie

Omdat de presentatie te lang en te veel afhankelijk van kleur is om op papier te printen, worden ze online gehost.

De originele presentatie is te vinden op:

https://drive.google.com/open?id=1KI65ft69EFTJrS4LT_cicXsTxinCJoUi

De verbeterde presentatie is te vinden op:

https://drive.google.com/open?id=1pCloSZgrHPaVv068JEFd_2XdQXwQZ3gu

9.7 Observaties

1. Vraag 'hoe worden afbeeldingen opgeslagen' is niet gevraagd, het is druk in de klas.
2. Vraag 'hoe wordt een afbeelding omgezet naar 1'en en 0'en' er zijn 3 vingers, de antwoorden zijn 'per pixel doe je iets', 'bytes per kleur'. Een leerling maakt de opmerking dat hij bytes niet kent, maar bits wel.
3. Laat een voorbeeldafbeelding met een duidelijk 'pixel raster' zien en stel dezelfde vraag nogmaals, is niet van toepassing.
4. Vraag 'welke waarde geef je aan welke pixels' er zijn 2 vingers. Het antwoord is 'zwart 1 wit 0'. Een leerling gaapt. het is rustig in de klas.
5. Vraag 'hoe kunnen we kleuren opslaan', er zijn 2 vingers. Het antwoord is 'per kleur bepaalde aantal 1'en en 0'en'
6. Vraag 'stel na het laten zien van een kleuren selector in paint.net, nogmaals dezelfde vraag. Nu is er 1 vinger. het antwoord is 'bijvoorbeeld 0,0,285'. Een opmerking van een leerling is dat wit bestaat uit 'alles aan' of 255,255,255.
7. Vraag 'hoeveel ruimte neemt bmp RGB in beslag in vergelijking tot grayscale', 3 vingers. antwoorden: 'hoeveel meer ik weet niet, maar wel meer opgeslagen waardes' '3 keer zoveel'. Er is veel pennengeklik in de klas te horen.
8. Vraag 'Hoe zou je iets efficiënter kunnen opslaan dan bmp rgb?' antwoorden: 'als je de hoeken weet, zeg alles hier binnen is 1 kleur' 'per rij 1 kleur' 'blokken van 5 maken' 'verdelen in een quadtree' (quadtree niet letterlijk genoemd maar wel de beschrijving ervan) 'geef eerst aan welke kleuren er zijn, verwijst vervolgens naar die kleuren.'

9. Vraag 'Hoe zou de code van deze afbeelding er ongeveer uitzien' antwoord: 'veel 2'en dan 0'en dan 1'en'
10. Vraag 'Wat is het verschil met wanneer de afbeelding in het .BMP formaat wordt opgeslagen?' antwoord: 'Je hoeft niet 3 RGB op te schrijven, nu enkel 1 code'
11. Vraag 'wat zou er gebeuren als je een hele grote afbeelding opslaat' antwoorden: 'heel veel moet typen' 'veel geheugen nodig'
12. Vraag 'Hoe zou deze code met minder getallen beschreven kunnen worden' vingers: meer dan 5 antwoord: 'aantal pixels van dezelfde kleur bijv. 20.0 2.1' 'tussen haakjes 16(2)' (dit is hetzelfde antwoord alleen andere manier van notatie)
13. Vraag 'op welke type afbeeldingen zal run-length encoding het beste werken?' antwoord: 'reclame, want die hebben vaak 1 kleur als achtergrond, met tekst er op' 'afbeeldingen met veel vlakken met dezelfde kleur'
14. Vraag 'ziet een afbeelding opgeslagen in .BMP er anders uit dan in .PNG' antwoord: 3 keer 'ja'
15. Vraag 'hoe kan je hier de afbeelding efficiënter opslaan' niet gevraagd, door docent beantwoord
16. Vraag 'is iets in .BMP opslaan lossy?' niet gevraagd, door docent beantwoord
17. Vraag 'is iets in .PNG opslaan lossy of lossless' niet gevraagd, door docent beantwoord
18. Vraag 'bij welke type afbeeldingen zou je een lossy formaat gebruiken' antwoorden: 'animatie' 'computer gegenereerd' 'natuur lossless' 'als de afbeelding klein is maakt het weinig uit. als het groter is, zie je wel verschil' 'welk doel heeft de afbeelding? alleen vorm of is er nog meer belangrijk? als het om de afbeelding gaat is het lossless.'
19. De afbeelding die de compressie van JPG moest laten zien, was niet duidelijk op de beamer.
20. Sommige leerlingen snapte de hint bij raster/vector niet
21. Vraag '1 raster vector' dit was net na de pauze gevraagd, dus de leerlingen zijn eventueel Wat vergeten. antwoord: 'beschrijf het als figuren zoals driehoek' 'maak eerst een rooster, beschrijf dan de figuren'

22. Vraag '2 raster vector' antwoord: 'meer, want je wil goed blijven zien dus je wil de kleuren bewaren' 'hetzelfde, maar de details(eigenschappen van de vormen) zijn anders' 'de eigenschappen zijn anders'
23. Vraag '3 raster vector' niet behandeld
24. Sommige leerlingen weten het verschil tussen lossy en lossless niet meer
25. Een leerling zei: 'wat was svg dan'