

De toepasbaarheid van ISO 9126 voor kwaliteitsbeoordeling van m- services.

Bachelor scriptie.
Radboud Universiteit Nijmegen.

Mark Jenniskens
30 januari 2006

Samenvatting

Deze scriptie geeft met behulp van beschikbare literatuur een antwoord op de vraag of ISO 9126 toereikend is voor de beoordeling van de kwaliteit van m-services. De ISO 9126 standaard is bedoeld voor de beoordeling van kwaliteit van software producten. M-services zijn als mobiele web diensten een nieuw soort software product. De m-services worden in relatie gebracht met de ISO 9126 standaard. Eerst wordt dit gedaan vanuit het ISO 9126 perspectief hieruit blijkt dat de ISO standaard, met een goede afweging, veel van de kwaliteitsaspecten van m-services kan beoordelen. Vervolgens wordt er vanuit de uitdagingen (usability, infrastructuur, fysiek) van m-services naar de ISO 9126 standaard gekeken en blijkt dat er nog metrics missen op het punt van hetrogene beeldschermen, multie modale interfaces, input mogelijkheden, infrastructuur en energie besparing. Daaruit valt te concluderen dat de ISO standaard bruikbaar is voor het beoordelen van de kwaliteit van m-services, maar alleen als de gebruiker van de standaard zelf metrics toevoegt.

Inhoudsopgave

Inleiding	4
1. Het Plan	4
1.1 De onderzoeksvraag	4
1.2 De verankering in het kennisgebied	5
1.3 De relevantie	5
1.4 De vorm van het antwoord	6
1.5 De beoogde strategie	6
1.6 Theoretisch kader	6
1.6.1 Domein	6
1.6.2 Aannames & vooronderstellingen	7
1.7 Methode	7
2. De ISO 9126 Standaard	8
2.1 Functionality	8
2.2 Reliability	9
2.3 Usability	9
2.4 Efficiency	9
2.5 Maintainability	10
2.6 Portability	10
2.7 Quality in Use	11
3. Uitdagingen bij m-services	12
3.1 Definities	12
3.2 Usability	14
3.2.2 Input	15
3.3 Infrastructuur	15
3.4 Fysieke uitdagingen	16
3.4.1 Accu's en batterijen	16
3.4.2 Capaciteit	16
4. De relatie tussen de ISO 9126 standaard en de uitdagingen van m-services	17
4.1 Vanuit de ISO 9126 standaard de m-services bekeken	17
4.1.1 Functionality	18
4.1.2 Reliability	18
4.1.3 Usability	19
4.1.4 Efficiency	19
4.1.5 Maintainability	19
4.1.6 Portability	20
4.1.7 Quality of use	20
4.1.8 Relevantie tabel	20
4.2 Vanuit de uitdagingen van m-services de ISO 9126 standaard bekeken	23
4.2.1 Usability	23
4.2.2 Infrastructuur	24
4.2.3 Fysieke uitdagingen	24
5. Conclusie	25
Referenties	27

Inleiding

Wanneer er sprake is van innovatie zullen er nieuwe onderzoeksmogelijkheden geboren worden. Recente innovatie op het gebied van 'mobile computing' (voor definitie zie 3.1) is hierop geen uitzondering. Het zorgt voor een uitbreiding van het toepassingsgebied van software producten. De diensten die gebruik maken van mobile computing, m-services, zullen net als software die dit niet doet ook getest moeten worden om de kwaliteit ervan te garanderen en te verbeteren. Voor gebruikelijke software is hier een standaard voor ontwikkeld, de ISO 9126 [ISO9126,2004] standaard. Deze standaard is voor alle software toepasbaar, maar bij het ontstaan van een nieuw softwaregebied moet er opnieuw naar de standaard gekeken worden. Deze scriptie geeft met behulp van beschikbare literatuur een antwoord op de vraag of ISO 9126 toereikend is voor de beoordeling van de kwaliteit van m-services.

1. Het Plan

In deze sectie wordt het gehanteerde onderzoeksplan uitlegt. Eerst zal de onderzoeksvraag worden vastgesteld en vervolgens zal de gebruikte methode uitgewerkt worden.

1.1 De onderzoeksvraag

De hoofdvraag waar uiteindelijk in de conclusie een zo compleet mogelijk antwoord op gegeven wordt:

Is de ISO/IEC 9126 standaard toereikend om de kwaliteit van m-services te beoordelen?

Om deze vraag te beantwoorden zijn wordt er gekeken welke kwaliteitsattributen uit de ISO 9126 standaard relevant zijn voor de beoordeling van de kwaliteit van m-services en welk deel van de kwaliteit er gedekt wordt bij de beoordeling van de kwaliteit van m-services bij het gebruik van de kwaliteitsattributen uit de ISO 9126 standaard. Vervolgens moet er gekeken worden welk deel van de kwaliteit wordt er niet gedekt bij de beoordeling van de kwaliteit van m-services bij het gebruik van de kwaliteitsattributen uit de ISO 9126 standaard, hieruit volgen de punten die toegevoegd moeten worden aan de ISO 9126 standaard.

1.2 De verankering in het kennisgebied

Wanneer er nieuwe informatiesystemen of web diensten worden ontwikkeld wordt er door de opdrachtgever verwacht dat deze “goed” zijn. Dit begint bij de eisen specificatie [Pressman, 2000][Galín, 2004]. Daarin moeten dan, om een product van goede kwaliteit te kunnen produceren, verschillende kwaliteitsattributen uitgewerkt worden. De ISO 9126 biedt een internationale standaard voor software product quality. Door de attributen uit de ISO 9126 standaard te meten is te beoordelen wat de kwaliteit van een software product is.

1.3 De relevantie

Met de huidige ontwikkelingen op het gebied van draadloze communicatie netwerken (b.v. WiFi, Bluetooth, GPRS, EDGE, UMTS), mobiele apparaten (b.v. PDA, Smartphone, Laptop), software standaarden (b.v. J2ME) en software platformen (b.v. Symbian Series60), is het gebied van ‘mobile computing’ steeds belangrijker aan het worden. Met ‘mobile computing’ kunnen mensen altijd en overal informatie en diensten benaderen[Helal,1999]. Bijvoorbeeld een persoon met een PDA en telefoon of een smartphone kan een reeks van informatie en diensten benaderen variërend van tekst berichten tot internetpagina’s en mobiele commerciële diensten[Younas,2003][Kuramitsu,2001]. Er is nu een groeiende trend om web diensten met behulp van ‘mobile computing’ te gebruiken [W3C,2002][Sun,2005][Maamar,2003][Maamar,2004]. Web diensten hebben in zowel onderzoeksgebieden als in organisaties enorm veel aandacht gekregen. Web diensten bieden een standaard manier van communiceren en integratie tussen verschillen systemen en kunnen draaien op verschillende platformen. Binnen de ‘mobile computing’ omgeving worden deze web diensten ‘m-services’ genoemd [Maamar,2003][Maamar,2004].

Met dit nieuwe gebied wat ontstaan is voor software ontwikkeling zijn er ook nieuwe eisen aan die software gekomen. Vooral op het gebied van UI’s, user interface (zie voor definitie de bijlage), zijn er veel nieuwe eisen [Nichols, 2004][Sturm, 2005]. De vraag of de ISO 9126 nog adequaat is met deze nieuwe eisen is dan gerechtvaardigd. Een poging om een antwoord op de onderzoeksvraag te komen zal met een vergelijking moeten beginnen van de kwaliteitsattributen uit de ISO 9126 standaard en de kwaliteitsattributen die volgen uit de uitdagingen van m-services.

1.4 De vorm van het antwoord

De inhoud zal een vergelijking van software quality attributen de ISO 9126 standaard met de kwaliteit eisen die volgen uit de uitdagingen die m-services bieden. Door de vergelijking is het dan duidelijk waar er naar gekeken moet worden bij de beoordeling van de kwaliteit van m-services. Ook kan er uit de vergelijking naar voren komen waar de ISO 9126 standaard tekort schiet en welke onderdelen van het model minder relevant zijn.

1.5 De beoogde strategie

De kwaliteitsattributen van de ISO 9126 standaard komen uit de documentatie van deze standaard. Uit de literatuur kunnen de uitdagingen voor m-services gehaald worden. Vervolgens kunnen de kwaliteitsattributen vergeleken worden met de kwaliteitseisen die volgen uit de uitdagingen van m-services. Daarna kan een constatering gedaan worden over waar dat dit lukt waar dat dit niet lukt en waardoor dan niet. Dan wordt ook duidelijk wat er nog tekort schiet aan de ISO/IEC 9126 standaard en zijn daarmee ook alle deelvragen beantwoord. Het totaal hiervan kan de vraag beantwoorden of de ISO/IEC 9126 standaard toereikend is. Dit zal afhangen van in hoeverre er delen van de kwaliteit van m-services ongedekt blijven en hoe zwaar deze wegen in de kwaliteit van m-services.

1.6 Theoretisch kader

Dit onderzoek houdt zich bezig met de kwaliteit van software en dan specifiek met de kwaliteit van m-services. In het vakgebied van informatica en informatiekunde is er al voldoende onderzoek gedaan naar kwaliteit van software. Er is dusdanig veel over bekend dat er standaarden gevormd zijn. De termen en definities in dit aspect van het vakgebied zijn duidelijk vastgesteld. Bij de m-services is dit nog niet het geval. Dit relatief nieuwe onderzoeksgebied is nog constant in beweging en er ontstaan daardoor steeds nieuwe definities en bestaande definities worden nog constant bijgesteld.

1.6.1 Domein

Het domein is tweeledig. Enerzijds is er de ISO 9126 standaard en anderzijds zijn er de m-services. Het domein van de ISO 9126 standaard is erg duidelijk en wordt in de standaard zelf besproken. Het bedoelde domein is hierbij gelijk aan het bereikte domein. Bij m-services zal dit niet het geval zijn. Voor m-services zal er tijdens het verloop van de literatuur studie een definitie worden vastgesteld

(in 3.1). Deze definitie zal bepalen wat precies wel en wat niet een m-service is. Van de m-services wordt uit de tot nu toe beschikbare literatuur de uitdagingen en de eisen met betrekking tot kwaliteit van m-services gehaald. Deze zullen niet altijd expliciet zijn en wellicht zijn ook niet alle aspecten impliciet vernoemd. Hierdoor zal het bereikte domein dus afwijken van het beoogde domein. Het is, mede door eigen inbreng, de bedoeling het bereikte domein te maximaliseren.

1.6.2 Aannames & vooronderstellingen

De aanname die gedaan wordt in de onderzoeksvraag is dat de komst van m-services daadwerkelijk een innovatie is. Daarnaast wordt ook aangenomen dat m-services verschillen van traditionele software en dat de ISO 9126 standaard geschreven is met de traditionele software als achtergrond. De argumenten voor deze aannames zullen in het onderzoek naar voren komen. Hier wordt namelijk op het verschil geconcentreerd en deze verschillen zullen vooral nieuwe aspecten en ontwikkelingen bevatten. De nieuwe uitdagingen die hieruit naar voren komen maken het duidelijk dat m-services van traditionele software verschillen.

1.7 Methode

In het eerste deel van de verwerking zal een beschrijving van de ISO 9126 standaard en de verschillen kwaliteitskarakteristieken gegeven worden. Hierbij wordt tevens aangegeven wat de relevantie met betrekking tot m-services is. Dit wordt gedaan door een tabel te geven met daarin wegingwaardes voor de kwaliteitskarakteristieken.

Vervolgens wordt er door middel van het raadplegen van beschikbare literatuur een verzameling uitdagingen met daaruit volgende kwaliteitseisen gepresenteerd die specifiek voor m-services zijn. Daarna kan er vanuit de uitdagingen gekeken worden in hoeverre de daaruit volgende kwaliteitseisen gemeten kunnen worden met de kwaliteitskarakteristieken van de ISO standaard. Uit het resultaat daarvan wordt duidelijk in hoeverre de ISO standaard toepasbaar is voor de beoordeling van kwaliteit van m-services.

2. De ISO 9126 Standaard

In deze sectie wordt de ISO 9126 standaard beschreven. Na een algemene beschrijving worden de hoofdkarakteristieken met bijbehorende subkarakteristieken beschreven.

De ISO 9126 standaard is een internationale standaard voor de beoordeling van de kwaliteit van software. Het hanteert hiervoor een kwaliteitsmodel dat 'internal metrics'(interne metrieken), 'external metrics'(externe metrieken) en 'quality in use metrics'(kwaliteit in gebruik metrieken) gebruikt. De internal en de external metrics zijn volgens de structuur die in de tabel aan het einde van dit stuk te vinden is ingedeeld in karakteristieken en subkarakteristieken. Vervolgens zijn er per subkarakteristiek verschillende metrics die de subkarakteristieken meetbaar maken. Quality in use heeft zijn eigen indeling in karakteristieken. Hieronder worden de verschillende onderdelen van de ISO standaard nagelopen. Er wordt een beschrijving gegeven en er wordt besproken wat de relatie met m-services is.

2.1 Functionality

Het vermogen van de software om aan de beschreven en geïmpliceerde behoefte van de gebruiker te voldoen onder bepaalde omstandigheden. Functionaliteit wordt opgemaakt uit vijf subkarakteristieken:

- Suitability is het vermogen van de software om een passende set functies te bieden voor gespecificeerde taken en doelen.
- Accuracy is het vermogen van de software om een de juiste resultaten met de juiste precisie te leveren.
- Interoperability het vermogen van de software om interactie te hebben met een of meerdere gespecificeerde systemen.
- Security is het vermogen van de software om de informatie en de data van de gebruiker te beschermen zo dat geautoriseerde personen en systemen toegang hebben.
- Functionality compliance is het vermogen van de software om zich te houden aan standaarden, conventies en regulaties in wetten en gelijksoortige voorschriften met betrekking tot functionaliteit.

2.2 Reliability

Het vermogen van de software om een niveau van 'performance'(prestaties) te houden onder gespecificeerde omstandigheden. Reliability wordt opgedeeld in vier subkarakteristieken:

- Maturity is het vermogen van de software om falen ('failure') te ontwijken als resultaat van fouten('faults') in de software.
- Fault tolerance is het vermogen van de software om een gespecificeerd niveau van presteren te behouden in het geval van fouten.
- Recoverability is het vermogen van de software om terug te komen op een gespecificeerd niveau van presteren en de data te herstellen die beïnvloed is door een falen.
- Reliability compliance is het vermogen van de software om te voldoen aan standaarden, conventies en reguleringen met betrekking tot reliability.

2.3 Usability

Het vermogen van de software om begrepen, geleerd, gebruikt en aantrekkelijk gevonden te worden door de gebruiker als het gebruikt wordt onder specifieke omstandigheden. Usability wordt opgedeeld in vijf subkarakteristieken:

- Understandability is het vermogen van de software om de gebruiker te laten begrijpen of de software past ('suitable') en hoe het gebruikt kan worden voor specifieke taken in specifieke condities.
- Learnability is het vermogen van de software die de gebruiker in staat stelt de toepassing te leren.
- Operability is het vermogen van de software om de gebruiker de software te laten gebruiken en te beheersen.
- Attractiveness is het vermogen van de software om aantrekkelijk te zijn voor de gebruiker.
- Usability compliance is het vermogen van de software om te voldoen aan standaarden, conventies en reguleringen met betrekking tot usability.

2.4 Efficiency

Het vermogen van de software om gepaste prestaties te leveren, in verhouding met de hoeveelheid gebruikte bronnen('resources'), onder gespecificeerde omstandigheden. Efficiency is opgebouwd uit drie subkarakteristieken:

- Time behaviour is het vermogen van de software om gepaste reactietijden, verwerkingstijden en doorgeeftijden te leveren tijdens het vervullen van zijn functie onder gespecificeerde omstandigheden.
- Resource utilisation is het vermogen van software om gepaste hoeveelheden en types van bronnen te gebruiken wanneer de software zijn functies onder gespecificeerde condities uitvoert.
- Efficiency compliance is het vermogen van de software om te voldoen aan standaarden, conventies en reguleringen met betrekking tot efficiency.

2.5 Maintainability

Het vermogen van de software om gewijzigd te worden. Wijzigingen zijn onder andere; correcties, verbeteringen of aanpassingen aan de software in reactie op veranderingen in de omgeving, eisen en functionele specificaties. Maintainability bevat vijf subkarakteristieken:

- Analysability is het vermogen van de software om gediagnoseerd te worden op het gebied van tekortkomingen of oorzaken van fouten in de software of om delen die gewijzigd moeten worden te identificeren.
- Changeability is het vermogen van de software om te zorgen dat een gespecificeerde wijziging geïmplementeerd kan worden.
- Stability is het vermogen van de software om onverwachte effecten van wijzigingen in de software te ontwijken.
- Testability is het vermogen van de software om te zorgen dat gewijzigde software gevalideerd kan worden.
- Maintainability compliance is het vermogen van de software om te voldoen aan standaarden, conventies en reguleringen met betrekking tot maintainability.

2.6 Portability

Het vermogen van de software om getransporteerd te worden van de ene omgeving naar de andere. Portability is verdeeld in vijf subkarakteristieken:

- Adaptability is het vermogen van de software om aangepast te worden voor verschillende gespecificeerde omgevingen zonder daarvoor acties te ondernemen anders dan die voor dit doel voor handen zijn.
- Installability is het vermogen van de software om in een gespecificeerde omgeving geïnstalleerd te worden.

- Co-existence is het vermogen van de software om samen te bestaan met andere onafhankelijke software in een gemeenschappelijke omgeving en met het delen van gemeenschappelijke bronnen.
- Replaceability is het vermogen om gebruikt te worden in plaats van een ander gespecificeerd software product met dezelfde doelen in dezelfde omgeving.
- Portability compliance is het vermogen van de software om te voldoen aan standaarden, conventies en reguleringen met betrekking tot portability.

2.7 Quality in Use

Quality in use is het derde deel uit het kwaliteitsmodel. Deze heeft zijn eigen set van kwaliteitskarakteristieken en metrics. Deze worden daarom in een aparte tabel aan het einde van dit stuk weergegeven. De kwaliteitsattributen van quality of use zijn in vier karakteristieken ingedeeld: effectiveness, productivity, safety en satisfaction.

Quality of use is het vermogen van de software om gespecificeerde gebruikers gespecificeerde doelen te laten halen met effectiveness, productivity, safety en satisfaction in een gespecificeerde gebruikscontext.

- Effectiveness is het vermogen van de software om te zorgen dat gebruikers gespecificeerde doelen met nauwkeurigheid en compleetheid kunnen halen in gespecificeerde gebruikscontext.
- Productivity is het vermogen van de software om de gebruikers in staat te stellen gepaste hoeveelheden van bronnen te gebruiken in verhouding met de effectiveness die bereikt wordt in een gespecificeerde gebruikscontext.
- Safety is het vermogen van de software om een accepteerbaar niveau van risico om mensen, organisaties, software, eigendommen en de omgeving kwaad te doen te bereiken. In een gespecificeerde gebruikscontext.
- Satisfaction is het vermogen van de software om gebruikers tevreden te stellen in een gespecificeerde gebruikscontext.

3. Uitdagingen bij m-services

In deze sectie wordt gedefinieerd wat m-services zijn. Vervolgens wordt er aan de hand van literatuur een indeling gemaakt om specifieke uitdagingen van m-services in te delen. Hierna worden de uitdagingen aan de hand van de indeling besproken.

3.1 Definities

Voordat er verder gegaan kan worden in deze sectie zal eerst helder moeten zijn wat er precies onder m-services wordt verstaan. De literatuur is hier niet eenduidig over en er is nog geen algemeen geaccepteerde definitie. Als basis voor de definitie die vanaf hier gebruikt wordt dient de definitie uit de literatuur die helderder gemaakt wordt en duidelijker afgebakend wordt.

Er zal zich pas in de toekomst een algemeen geaccepteerde eenduidige definitie van m-services ontwikkelen. Er zijn verschillende definities die in de praktijk gebruikt worden om over m-services te kunnen praten. Er is een zwakke en een sterke definitie [Maamar, 2003]. De zwakke suggereert dat een m-service een web service is die op afstand aangeropen kan worden om op een mobile apparaat uitgevoerd kan worden. En in dat geval is de web service dus de m-service. De sterke definitie suggereert dat een m-service een web service via een draadloos kanaal van de host naar het mobile apparaat kan transporteren waarna het op het mobile apparaat uitgevoerd wordt. In dit geval is een web service een m-service wanneer het; 1: Transporteerbaar over een draadloos netwerk is; 2: Samenstelbaar is met andere m-services; 3: Aanpasbaar is op de rekencapaciteiten en weergave mogelijkheden van mobile apparaten; en 4: Uitvoerbaar is op mobiele apparaten.

Aan deze definities moet nog iets veranderd worden voordat het een bruikbare definitie wordt. De vanaf nu gebruikte definitie voor m-services wordt:

Een m-service is een web services die via een draadloos kanaal op een mobiel apparaat gebruikt kan worden.

Deze definitie heeft verdere uitleg nodig: De 'm' in m-service staat voor mobile en duidt aan dat het om mobiel toegankelijke web diensten draait. Fysieke eigenschappen vallen buiten het te beschouwen systeem. Wanneer er over m-

services gesproken wordt alleen over het software aspect bedoeld. Doordat m-services op mobile computing devices draaien en juist de heterogeniteit van deze apparaten een grote rol speelt is de grens tussen software en hardware niet altijd duidelijk. De software kan namelijk rekening houden met de variëteit aan mogelijke hardware. Hierdoor spelen hardware eigenschappen een rol in de software en dus ook bij de beoordeling van de kwaliteit van die software. In de definitie wordt van een draadloos kanaal gesproken. Bij verzending over een draadloos kanaal is er een zender en een ontvanger. De zender (de host) van de m-services heeft de m-service software in beheer, maar misschien niet in de vorm waarmee de gebruiker te maken krijgt. Wat de gebruiker op zijn mobile computing device(ontvanger) krijgt is afhankelijk van hoe de m-service met de ontvanger omgaat en hoe de ontvanger de m-service presenteert aan de gebruiker. Er kan gesproken worden van twee verschillende instanties van een m-service. De eerste is de m-service in de vorm dat deze op de host aanwezig is en de tweede is de m-service zoals deze op de mobile computing device aanwezig zal zijn bij gebruik. Deze twee instanties zijn meestal niet hetzelfde. De tweede instantie zal door de heterogeniteit aan mobile computing devices niet geheel voorspelbaar zijn en in de meeste gevallen op een dynamische manier gegenereerd worden door de zender en/of de ontvanger op het apparaat zelf. Wanneer er dus over de kwaliteit van een m-service als software product gesproken wordt zijn beide instanties als geheel bedoeld. Wanneer het niet duidelijk uit de context blijkt dat het niet om het totaal gaat maar om een van de twee instanties (met betrekking tot quality of use is het duidelijk dat het de tweede instantie betreft) zal dit erbij worden vermeld. Hoewel de tweede instantie onvoorspelbaar kan zijn is het toch mogelijk deze instantie te beschouwen in de beschrijving van de uitdagingen. Dit is mogelijk doordat er op een abstracte manier naar gekeken kan worden waardoor de variëteit aan mobile computing devices handelbaar wordt. Hierbij kan er bijvoorbeeld gedacht worden aan het maken van categorieën waarin mobile computing devices ingedeeld kunnen worden. Een andere manier om de tweede instantie te beschouwen is door dit te doen vanuit de eerste. Er kan gekeken worden in hoeverre er rekening wordt gehouden met de onvoorspelbaarheid en variëteit van mobile computing devices.

In de definitie staat ook 'mobiele apparaat' dit is een vertalen van mobile computing device. Omdat de Engelse benaming beter is dan de Nederlandse zal vooral deze gebruikt worden in dit document. Mobile computing device is een generieke term die doelt op kleine, draagbare, draadloze, computers en communicatie apparaten. Hieronder vallen dus apparaten zoals laptops met draadloze verbindingen, mobile telefoons, draagbare(als kleding) computers en

Personal Digital Assistants (PDA's) met draadloze verbindingsmogelijkheden. Het zijn de apparaten waar m-services op draaien.

In dit document wordt er ook gesproken over User Interfaces of afgekort UI dit is een verzamel naam voor manieren waarop mensen (de gebruikers) interactie hebben met een bepaalde machine, apparaat, computer programma of een anders complex systeem. De UI geeft de middelen voor; Input: hiermee kan de gebruiker het systeem beheersen en Output hiermee kan het systeem de gebruiker informeren en dus feedback geven.

Nu er een heldere definitie van m-services is kan er gekeken worden naar de uitdagingen die er zijn bij de ontwikkeling. Deze zullen uit de beschikbare literatuur gehaald worden. Deze uitdagingen zijn niet direct terug te vinden in de ISO standaard. Ze zijn vaak te specifiek maar verdienen wel extra aandacht bij de ontwikkeling van m-services. Om meer te krijgen dan een losse opsomming van uitdagingen is er een structuur in de uitdaging aangebracht. Als we m-services vanuit mobile computing devices bekijken blijkt er een logische indeling mogelijk. Mobile computing apparaten zijn bruikbaar voor m-services als ze aan twee voorwaarden voldoen; ze moeten mobiel zijn en ze moeten een verbinding met de m-service aanbieder kunnen maken. De mobiliteit wordt bepaald door fysieke kenmerken en bied dus fysieke uitdagingen. Aangezien m-services een softwareproduct is en de ISO 9126 standaard dient voor de beoordeling van kwaliteit van softwareproducten worden alleen het software aspect beschouwd met betrekking tot fysieke uitdagingen. De verbinding hangt af van de infrastructuur, ook hier geldt dat er alleen beschouwd wordt hoe de software met de fysieke infrastructuur omgaat. In de literatuur wordt er vooral over beeldscherm afmetingen en UI's gesproken. Deze twee verwante onderwerpen verdienen daarom een aparte categorie, Usability. Met deze categorieën kunnen alle uitdagingen voor m-services die in de beschikbare literatuur naar voren kwamen ingedeeld worden en, voor zover te overzien, zijn toekomstige uitdagingen ook in te delen op deze manier.

3.2 Usability

3.2.1 Output

De output van m-services wordt veelal gerealiseerd via een beeldscherm. De beschikbare beeldschermen variëren van kleine monochrome schermen tot volledige hoge kleuren VGA schermen. Met de diversiteit van beeldschermen moet rekening worden gehouden. De wisselende grootte, resolutie, kleurdiepte(zwart/wit) limiteren de hoeveelheid informatie die gelijktijdig

weergegeven kan worden en de manier waarop dit gedaan kan worden. M-services mogen best volledig gebruik maken van de mogelijkheden maar moeten dusdanig flexibel zijn of alternatieven bieden zodat ze ook op andere soorten mobile computing devices werken. Niet alleen het beeldscherm kan gebruikt worden om de gebruiker te informeren. De huidige mobile computing devices beschikken meestal over luidsprekers waardoor er dus ook met (stem)geluid feedback gegeven kan worden. Dergelijke UI's worden multimodaal genoemd. [Steele, 2005] [Sturm, 2005] [Mitrovic, 2002]

Sommige mobile computing device hebben ook de beschikking over een trill functie. Dit zijn meestal de apparaten waarmee ook gebeld kan worden. Ook deze functie zou gebruikt kunnen worden om feedback, bijvoorbeeld van een fout, te geven.

Ook zijn er bijvoorbeeld methodes om de leesbaarheid van tekst te verhogen maar deze methodes zijn niet altijd een verbetering [Öquist, 2002].

3.2.2 Input

Niet alleen de verschillende output mogelijkheden vormen uitdagingen. Ook de input mogelijkheden verschillen van traditionele computers. Een deel van de mobile apparaten hebben geen traditionele toetsenbord en muis combinatie. Vele combinaties en uitvoeringen van input zijn mogelijk. Enkele voorbeelden zijn; Kleine (uitschuifbare) qwerty toetsenborden, draadloze inklapbare qwerty toetsenborden, virtuele touchscreen toetsenborden, keypads(numeriek), schriftherkenning (op touchscreen of draadloze pen), dpads/joysticks (multidirectionele knop), scrollwielen, spraakherkenning en beeldherkenning. Dit is ongetwijfeld geen complete lijst maar het geeft een indicatie van de verscheidenheid aan input mogelijkheden. Ontwerpers van m-services moeten er dus rekening mee houden dat er niet gewerkt gaat worden met een traditionele toetsenbord en muis combinatie. Vaak worden deze mogelijkheden als minder efficiënte en effectieve varianten van de traditionele opstelling gezien. Dit hoeft niet zo te zijn, vaak ligt het aan het gebruik ervan [Steele, 2005] [Sturm, 2005].

3.3 Infrastructuur

In software moet rekening gehouden worden met de beperkingen van mobile computing. M-services brengen niet alleen bij de aanschaf kosten met zich mee (als die er al überhaupt zijn) zoals bij standaard applicaties, maar ook bij het gebruik ervan. Doordat de gebruiker moet betalen voor het gebruik moet de gebruikswaarde voor de gebruiker hoog zijn. De gebruiker kan anders beslissen

de m-service niet te gebruiken of een goedkopere te kiezen. Doordat het gebruik van infrastructuur vaak kosten met zich meebrengt moet het gebruik zoveel mogelijk ingeperkt worden. Het kan zijn dat er betaald wordt voor de duur van de verbinding, maar het kan ook zijn dat er betaald wordt voor de hoeveelheid data die verzonden wordt. Hierdoor moet de tijd waarin de gebruiker zijn doel haalt geminimaliseerd worden en de hoeveelheid verzonden data laag gehouden worden. Dit kan gerealiseerd worden door bijvoorbeeld datacompressie, efficiënte protocollen en offline functionaliteit.

Bij de infrastructuur die mobile computing devices gebruiken kunnen geen garanties voor de verbinding gegeven worden. Gebruikers kunnen buiten bereik raken door afstand of door zich in een afgeschermd ruimte te begeven. Door interferentie met andere apparaten kan ook de verbinding wegvallen of slechter worden. Met instabiele infrastructuur omgaan is ook een van de uitdagingen bij m-services.

3.4 Fysieke uitdagingen

3.4.1 Accu's en batterijen

Mobile computing devices zijn mobiel en worden dus meestal gevoed door batterijen of accu's met een beperkte levensduur. Het is dus ook aan de software om hier rekening mee te houden. Bijvoorbeeld door schermbeveiliging ('screensaver') functionaliteit in te bouwen, hierdoor wordt het scherm minder gebruikt wat leidt tot een lager energie gebruik. Processor intensieve handelingen server-side (niet lokaal maar gebruik makend van de bronnen van de aanbieder) af te handelen en zuinig met de opslagcapaciteit om te gaan. Door deze maatregelen kan de gebruiker langer mobiel zijn met het mobile computing device.

3.4.2 Capaciteit

De handzame afmetingen van mobile computing devices, het beperkte vermogen en de benodigde robuustheid beperken de capaciteit van mobile computing devices [Maamar, 2004]. Gebruikers beperking zich meestal niet tot een m-service bij het gebruik van mobile computing devices. Er moet ruimte voor andere toepassingen blijven. M-services moeten dus zuinig om springen met de hoeveelheid data die ze lokaal op de cliënt willen opslaan. Eventueel moet gebruik gemaakt worden van compressie of server-side opslag. Bij die laatste moet weer opgelet worden dat er niet teveel data verkeer plaatsvindt. Dit is dus een situatie waarin een balans gevonden moet worden tussen de beschikbare

opslagcapaciteit en de beperkingen(stabiliteit, beschikbaarheid, snelheid, kosten) van de data verbinding.

4. De relatie tussen de ISO 9126 standaard en de uitdagingen van m-services.

In deze sectie worden aan de hand van de beschrijving van de ISO standaard en de uitdagingen van m-services een relatie gelegd tussen beiden. Hierbij wordt beschreven welke karakteristieke extra aandacht vergen en wat er aan de ISO standaard toegevoegd kan worden. Dit wordt gedaan door eerst vanuit de ISO standaard naar m-services te kijken en vervolgens vanuit de uitdagingen naar de ISO standaard te kijken.

Tien jaar geleden werd de PDA als de nieuwe stap in de computerwereld gezien. Voorspeld werd dat binnen de komende jaren iedereen een PDA zou hebben en dat deze een significante rol in het bedrijfsleven zouden spelen. De eerste stappen om web pagina's te bekijken op een PDA werden gezet en de uitdagingen werden in kaart gebracht (beperkte capaciteit en lage resolutie)[Stefan, 1995]. Nu tien jaar later is er eigenlijk weinig veranderd. De uitdagingen zijn nog steeds hordes waardoor mobiel surfen nog steeds niet is doorgebroken bij het grote publiek. Hieronder worden de bekende uitdagingen bekeken en beoordeeld in hoeverre deze op kwaliteit kunnen worden beoordeeld door de ISO standaard. Wanneer er in de toekomst studies naar de kwaliteit van m-services wordt gedaan zal er rekening gehouden moeten worden met de conclusies van dit document. Dergelijke studies bestaan al voor e-commerce systemen[Stefan, 2001] maar voor m-services specifiek nog niet[Younas, 2004]. En misschien is dat niet genoeg en moet er op een geheel andere manier gekeken gaan worden naar bijvoorbeeld UI's, verschillende pogingen zijn al gedaan waaronder: [Waldeck, 2005].

4.1 Vanuit de ISO 9126 standaard de m-services bekeken

In deze sectie wordt de relatie met tussen de ISO 9126 en m-services bekeken vanuit de ISO 9126. Aan de hand van de karakteristieken uit sectie 2 wordt beargumenteerd waarom een karakteristiek belangrijk is voor de beoordeling

van de kwaliteit van m-services of juist niet. Als resultaat hiervan volgt aan het einde van deze sectie een waardetabel van de karakteristieken voor m-services.

4.1.1 Functionality

De behoefte van de gebruiker variëren per m-service. Gebruikers van m-services hebben altijd een doel, het halen van dat doel is belangrijk voor het gebruik van m-services. Wanneer bijvoorbeeld een gebruiker zijn banksaldo wil opvragen op zijn mobile telefoon via een GPRS verbinding is het voor de gebruiker het belangrijkste dat de gebruiker uiteindelijk zijn saldo ziet. Hoe hoog de efficiency, reliability en usability zijn heeft weinig waarde als de gebruiker uiteindelijk zijn saldo niet kan zien. Het begint bij functionaliteit.

M-services moeten goed passend en nauwkeurig zijn. Ze worden door heterogene apparaten en systemen gebruikt waardoor ze ook met veel verschillende soorten systemen moeten communiceren. Als m-services niet goed passen kan de gebruiker niet goed zijn doelen realiseren en daalt de kwaliteit van de m-service voor die gebruiker. M-services moeten dus voldoende flexibel zijn om op verschillende soorten apparaten goed te passen.

Op het moment dat m-services met persoonsgegevens of gevoelige datacommunicatie die draadloos plaatsvindt te maken krijgen wordt het security karakteristiek belangrijker. Maar in het begin van de ontwikkeling van een m-service is het vooral een luxe en moet het slechts op beperkte wijze worden toegepast. Uitgezonderd zijn m-services voor security gevoelige toepassingen(b.v. militaire). Eerst moet er een goede functionele basis liggen voordat er aan security gedacht kan worden.

4.1.2 Reliability

Met mobile computing kan het een en ander mis gaan. Het bereik van de communicatie infrastructuur kan wegvallen, de voeding kan wegvallen doordat batterijen op gaan. Hierdoor kan het gebruik van de m-service onderbroken worden. Het is daarom belangrijk dat m-services zich snel kunnen herstellen. Doordat de m-service vaak wordt toegepast in een omgeving waar veel andere apparaten en infrastructuren worden gebruikt is het wenselijk dat aan veel standaarden wordt voldaan. Zo is het ook mogelijk om met onbekende apparaten die aan de standaarden voldoen te communiceren.

Fault tolerance heeft geen hoge prioriteit omdat er nu nog genoeg mee genomen kan worden om bij het tegenkomen van fouten de m-service opnieuw te starten en de acties te herhalen. Zodra m-services meer volwassen zijn kan er meer tijd in gestoken worden om te zorgen dat m-services beter met hun fouten kunnen omgaan. M-services worden vaak kort gebruikt doordat mensen die m-

services mobiel zijn en dus bezig kunnen blijven met andere dingen ook zijn er vaak gebruikskosten die afhankelijk zijn van de tijdsduur. Het levert de gebruiker dus geen groot ongemak als hij de m-service opnieuw moet starten, dit kost de gebruiker weinig tijd.

4.1.3 Usability

Er zijn steeds meer m-services beschikbaar voor gebruikers, deze zijn in verschillende situaties toepasbaar en vaak zijn de gebruikers gehaast om een bepaald doel te bereiken. Het is daardoor belangrijk dat de gebruiker gelijk door heeft of de m-service geschikt is voor een bepaalde taak. De gebruiker kan dan een goede keus maken en zodoende het beoogde doel zo goed en snel mogelijk halen. Aangezien mobile computing apparaten steeds vaker niet uitsluitend als functioneel gezien worden maar ook als status symbool dienen is het niet onbelangrijk om aandacht te besteden aan de aantrekkelijkheid. Hierbij is vooral belangrijk dat het de functionaliteit ten goede komt. Sommige ontwerp beslissing kunnen ten kosten gaan van functionaliteit, hier zouden gebruikers van m-services last van kunnen hebben. Wat de gebruikservaring verhoogt is de herkenbaarheid van een m-service, deze wordt bereikt door te voldoen aan standaarden. Gebruikers kunnen dan door eerdere ervaringen met m-services schatten wat een bepaalde m-service voor functionaliteit biedt.

4.1.4 Efficiency

Bij de karakteristieken uit deze groep draait het om de verhouding tussen performance en gebruikte bronnen. Mensen nemen op voorhand aan dat ze bij het gebruik van mobile computing apparatuur bronnen moeten inleveren ten behoeve van mobiliteit. Wanneer er effectiever gewerkt kan worden en er meer naar de functionaliteit gekeken kan worden zal de behoefte naar efficiency dalen. De performance die nodig is om bepaalde doelen te halen zal namelijk dalen en daarmee ook de verhouding tussen performance en bronnen die uiteindelijk weer de efficiency vormen. Efficiency is dus een mooi streven maar zeker niet het belangrijkste.

Hoewel er op het gebied van efficiëntie genoeg wordt onderzocht zijn er voor de efficiëntie van m-services en mobile computing nog weinig tot geen standaarden en richtlijnen.

4.1.5 Maintainability

De mogelijkheid van software om zich aan te passen aan veranderingen in de omgeving is zeer relevant voor m-services. Rekening houden met de context heeft ook grote gevolgen voor het software ontwikkelingsproces [Finkelstein,

2001].

Software makers moeten snel kunnen inspelen op veranderingen in de markt van mobile computing devices. Een snelle doorvoer van wijzigingen is daarom gewenst.

Door de constante ontwikkeling zullen slecht opererende delen van m-services eerder vervangen worden dan op fouten gecontroleerd worden. Hierdoor is het analyzability karakteristiek minder van belang. Ook geldt dat voor onstabiele onderdelen van m-services. Als het vervangende systeem voor het grootste deel gebaseerd is op de oude software loont het analyzability karakteristiek wel.

4.1.6 Portability

De mogelijkheid van een software product om te veranderen van omgeving is erg belangrijk in de mobile computing context. De omgeving van mobile computing devices is erg onderhevig aan verandering. Vooral de aanpassingsmogelijkheden en een goede installatie zijn belangrijk. Gebruikers van m-services zullen zich vaak in heterogene omgevingen bevinden. Het is mogelijk de m-service op verschillende mobile computing devices te gebruiken evenals op verschillende locaties. Als de m-service hierop niet kan inspelen kan de m-service alleen in bepaalde situaties gebruikt worden. Hierdoor zou het een stuk minder mobiel zijn en dus ook minder interessant voor de gebruiker.

4.1.7 Quality of use

Quality of use is een erg belangrijk onderdeel met betrekking tot m-services. Vooral in het gebruiksaspect verschilt m-service van traditionele software. M-services bevinden zich in de mobile computing context waaruit volgt dat er gewerkt wordt met heterogene apparaten en constant veranderende omgevingen. Dit heeft grote gevolgen voor de manier waarop m-services gebruikt kunnen worden. Om te zorgen dat ze op een goede manier gebruikt kunnen worden zal hier dus extra aandacht aan moeten worden geschonken.

Het risico dat er door het gebruik van m-services persoonlijke gezondheids of economische schade wordt veroorzaakt is laag. De uitzondering is wanneer een m-service onderdeel is van een safetycritical systeem [Safetycritical, 2005]. Daarom is het safety karakteristiek minder van belang.

4.1.8 Relevantie tabel

In Annex B van deel 2 van de ISO 9126 staat een beschrijving van een proces voor het gebruik van het kwaliteitsmodel. In de eerste stap wordt voor iedere categorie (Quality in Use, External Quality en Internal Quality) een tabel gemaakt waarin een weging wordt gegeven aan de (sub)karakteristieken. Het

beoordelen van de relativiteit en het toekennen van waarden aan de subkarakteristieken is een subjectief proces, de ISO standaard beschrijft geen objectieve manier om dit te doen. De verdeling die in de tabel is gemaakt is een subjectieve invulling voor m-services in het algemeen. Per m-service kan de relevantie en waardering variëren. In de tabel is daar rekening mee gehouden door richting de Medium en High te neigen. Wanneer er dus voor een individuele m-service een dergelijke tabel ingevuld zou worden zou deze over het algemeen minder High en Medium elementen bevatten. In de beschrijvingen van de karakteristieken hierboven wordt er ook de relatie met m-services gegeven. Uit die relatie kan opgemaakt worden wat ongeveer het gewicht zou moeten zijn. Wanneer dit niet expliciet is verwoord zijn hier geen overtuigende argumenten voor gevonden en zal de waardering op Medium worden gezet.

CHARACTERISTIC	SUB-CHARACTERISTIC	WEIGHT (High/Medium/Low)
Functionality	Suitability	H
	Accuracy	H
	Interoperability	H
	Compliance	H
	Security	M
Reliability	Maturity (hardware/software/data)	M
	Fault tolerance	L
	Recoverability (data, process, technology)	H
	Compliance	M
Usability	Understandability	H
	Learnability	M
	Operability	H
	Attractiveness	M
	Compliance	H
Efficiency	Time behavior	M
	Resource utilization	M
	Compliance	L
Maintainability	Analyzability	L

	Changeability	H
	Stability	L
	Testability	M
	Compliance	H
Portability	Adaptability	H
	Installability	H
	Replaceability	M
	Co-existence	H
	Compliance	H

Quality in Use	Effectiveness	H
	Productivity	H
	Safety	L
	Satisfaction	H

4.2 Vanuit de uitdagingen van m-services de ISO 9126 standaard bekeken

Door de flexibiliteit van de ISO standaard is het mogelijk om de uitdagingen voor het grootste in te delen bij hoofd karakteristieken [Spriestersbach, 2003]. Het risico bij deze benadering is dat uitdagingen die niet goed in te delen zijn, waar de ISO standaard te kort schiet, niet goed naar voren komen. Daarom wordt hier nu vanuit de uitdagingen naar de ISO standaard gekeken.

4.2.1 Usability

4.2.1.1 Output

Er zijn in de ISO standaard geen specifieke metrics waarmee gekeken wordt naar hoe m-services met verschillende soorten beeldschermen omgaan. Alle metrics zijn toepasbaar bij gebruik van één enkel beeldscherm. Bij de adaptability metrics wordt er wel gekeken naar in hoeverre de gebruiker de software kan aanpassen aan de omgeving. Dit is echter niet voldoende omdat in de huidige situatie de verscheidenheid aan mobile computing devices al te veel is om te testen en ook wat er in de toekomst aan variaties verschijnt, is niet te voorspellen. Er moeten dus ook metrics zijn die niet per mogelijkheid beoordelen of de m-service gaat werken maar beoordelen of er op een abstracter niveau met de variëteit van beeldschermen wordt omgegaan. Er zijn al verschillende onderzoeken gedaan om op een abstracte manier hiermee om te gaan, het is daarvoor nodig de inhoud van het uiterlijk los te zien [Steele, 2005] [Nichols, 2004] [Mitrovic, 2002]. Ook zijn er verschillende strategieën ontwikkeld om met heterogene beeldscherm om te gaan [Bickmore, 1997] [Eisenstein, 2001]. De ISO standaard zou uitgebreid kunnen worden met metrics die beoordelen in hoeverre dergelijke zaken zijn toegepast.

Er zijn geen specifieke metrics met betrekking tot de toepassing van multimediale interfaces. Voor iedere type interface, zelfs multimodale, zijn er metrics om de kwaliteit te beoordelen. Maar er is geen metric die beoordeelt of er voldoende gebruik is gemaakt van de multimodale mogelijkheden. Het gebruik van multimodale interfaces is gewenst bij m-services [Mitrovic, 2002] anders wordt er slechts van een beperkte versie van de standaard computer met toetsenbord muis opstelling gebruikt. Hierdoor is het mobile computing device minder bruikbaar dan een standaard computer opstelling. Door gebruik te maken van multimodale interfaces wordt dit verschil kleiner en met bijvoorbeeld geluid en

tril functies zou de interface zelfs beter kunnen zijn dan de standaard opstelling. Op dit gebied is er slechts beperkt onderzoek gedaan [Nichols, 2004], nieuwe soorten UI's moeten nog uitgebreider met gebruikersstudies onderzocht worden.

4.2.1.2 Input

De usability metrics zijn het meest toepasbaar op de input uitdagingen. Echter zijn deze vanuit het software perspectief gemaakt. Er is geen samenhang met de hardware. Over de kwaliteitseisen van de hardware wordt niet gerept, hoewel dit logisch is missen er dus wel metrics die meten of software voldoende rekening houdt met input hardware. Bij adaptability wordt er natuurlijk wel gekeken in hoeverre de software zich aanpast aan de hardware. Maar dat is niet voldoende. Alleen aanpassen is niet genoeg. Er moet op een andere manier mee omgegaan worden om te kunnen garanderen dat er met mobile computing devices op eenzelfde manier kan worden omgegaan als met standaard computers.

4.2.2 Infrastructuur

Met betrekking tot verschillende types verbindingen die mobile computing devices tot hun beschikking kunnen hebben zijn er metrics beschikbaar om de aanpasbaarheid te beoordelen. Er zijn geen metrics bij efficiency die naar de infrastructuur kijken. Er zijn geen metrics die rekening houden met het wegvallen van verbindingen, de zogenaamde offline functionaliteit. Ook zijn er geen metrics die specifiek kijken in hoeverre data verstuur verminderingstechnieken zijn toegepast. Wel is er bijvoorbeeld de Transmission capacity utilisation van de Resource utilisation metrics die kijkt of het software systeem zijn taken binnen de beschikbare capaciteit kan uitvoeren. Op sommige vlakken is de kwaliteit van de benutting van de infrastructuur gedekt maar er zouden op de punten die net zijn genoemd specifiekere metrics mogen zijn.

4.2.3 Fysieke uitdagingen

Er geen specifieke metrics aanwezig die beoordelen wat de software systemen doen om stroom te besparen, de rede hiervoor is waarschijnlijk dat vaak wordt gedacht dat het meer iets voor hardware kwaliteits metrics is. Juist software kan helpen stroom te besparen. Zeker voor m-services zou dit een toegevoegde waarde zijn die de kwaliteit zou verhogen. Bijvoorbeeld bij bijna lege batterijen een screensaver starten en de schermverlichting ('backlight') uitschakelen.

Voor het beoordelen van de capaciteit zijn in principe genoeg metrics beschikbaar. Mobile computing devices kunnen met betrekking tot opslag vaak vergeleken worden met een beperkte computer. Er zijn echter geen specifieke

metrics voor het beoordelen van data opslag verminderingstechnieken zoals data compressie.

5. Conclusie

Zoals uit dit onderzoek blijkt zijn er een aantal punten waar de ISO standaard voldoende de kwaliteit kan beoordelen van m-services. Dit zijn de punten waarop m-services weinig tot niet verschillen van traditionele software. In “4.1 Vanuit de ISO 9126 standaard de m-services bekeken” is aangegeven welke karakteristieken belangrijk zijn en welke minder (zie ook 4.1.8 Relevantie tabel). Het is gebleken dat er ook een aantal punten zijn waar de ISO standaard niet voldoende de kwaliteit kan beoordelen van m-services. De ISO standaard verdedigt zichzelf door te melden dat de metrics onder gespecificeerde condities gemeten moeten worden. Door de aard van mobile computing zijn de condities zo divers dat deze niet exact gespecificeerd kunnen worden. Wat nodig is om toch een specificatie te maken van de condities bij m-services is generalisatie, abstractie(4.2.1.1 Output) en categorisatie(3.1 Definities). Er moet niet geprobeerd worden alle oneindige aantallen situatie vast te leggen maar er moet op een abstract niveau naar situaties gekeken. Uiteindelijk moet dan de kwaliteit getoetst worden met de abstractere beschrijvingen. Daarbij moet extra rekening worden gehouden met de in “4.2 Vanuit de uitdagingen van m-services de ISO 9126 standaard bekeken” genoemde ontbrekende punten. Zoals metrics voor het meten in hoeverre:

- de software rekening houdt met heterogene beeldschermen,
- in hoeverre de mogelijkheden van het gebruik van multimodale interfaces zijn benut en
- in hoeverre de software te bedienen is met onbekende input mogelijkheden.
- Ook metrics met betrekking tot het gebruik van infrastructuur mogelijkheden,
- Beperkingen van die infrastructuur en
- metrics die meten in hoeverre de software energie probeert te besparen.

De ISO standaard laat toe dat diegene die meet en ontwerpt zelf metrics toevoegt en bij het ontwerp en testen van m-services zouden deze er goed aan doen de metrics toe te voegen die de hier genoemd zijn. Doordat de ISO standaard zich indekt is te concluderen dat de standaard bruikbaar is voor het beoordelen van

de kwaliteit van m-services, maar alleen als de gebruiker van de standaard zelf metrics toevoegt.

Referenties

[ISO9126,2004] ISO/IEC 9126-1:2001 Software engineering -- Product quality -- Part 1: Quality model & ISO/IEC TR 9126-2:2003 Software engineering -- Product quality -- Part 2: External metrics & ISO/IEC TR 9126-3:2003 Software engineering -- Product quality -- Part 3: Internal metrics & ISO/IEC TR 9126-4:2004 Software engineering -- Product quality -- Part 4: Quality in use metrics, Geneve, 2004.

[Pressman,2000] Roger S. Pressman "Software Engineering A Practitioner's Approach" *MCGraw-Hill Ineternational*, UK, 2000.

[Galín,2004] Daniel Galín "Software Quality Assurance" *Pearson Education Limited*, UK, 2004.

[Helal,1999] A. Helal, B. Haskell, J.L. Carter, R. Brice, D. Woelk, M. Rusinkiewicz "Any Time, Anywhere Computing: Mobile Computing Concepts and Technology" *Kluwer Publisher*, 1999.

[Younas,2003] M. Younas, K-M Chao, R. Anane "M-Commerce Transaction Management with Multi-Agent Support" *17th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA'03)*, IEEE CS Press, March 27-29, 2003, Xi'an, China, 2003.

[Younas,2004] M. Younas, K-M Chao, N. Griffiths, R. Anane, I. Awan. "Quality Driven Web Services in Mobile Computing" *icdcs*, pp. 216-221, *24th International Conference on Distributed Computing Systems Workshops - W1: MNSA (ICDCSW'04)*, 2004.

[Kuramitsu,2001] K. Kuramitsu, K. Sakamura "Towards Ubiquitous Database in Mobile Commerce" *2nd ACM International Workshop on Data Engineering for Wireless and Mobile Access (MobiDE01)*, May 20, 2001 in Santa Barbara, California, USA, editor: Sujata Banerjee, *ACM Press New York, NY, USA*, 2001.

[W3C,2002] "Web Services Activity" W3C <http://www.w3.org/2002/ws/>, 2002.

[Sun,2005] "Java 2 Platform, Micro Edition (J2ME)" *Sun Microsystems, Inc.* <http://java.sun.com/j2me/>, 2005.

[Maamar,2003] Z. Maamar, Q.Z. Sheng, B. Benatallah "Selection of Web Services for Composition Using Location of Provider Hosts Criterion" *Ubiquitous Mobile Information and Collaboration Systems Workshop (UMICS 2003)*, held with CAiSE'03, June 2003, Austria, editors: Johann Eder, Roland Mittermeir, Barbara Pernici, *CEUR-WS.org*, 2003.

[Maamar,2004] Z. Maamar, Q.Z. Sheng, B. Benatallah "On Composite Web Services Provisioning in an Environment of Fixed and Mobile Computing Resources" *Information Technology and Management*, Springer Science+Business Media B.V., Formerly Kluwer Academic Publishers B.V., Vol 5, No 3, 2004.

[GeoCam,2005] <http://my-symbian.com/7650/applications/applications.php?fldAuto=1337&faq=2> door www.geopresent.com, 2005.

[Maamar,2003] Z. Maamar, H. Yahyaoui, W. Mansoor, and A. Bhati. "Towards an Environment of Mobile Services: Architecture and Security." *In Proceedings of The 2003 International Conference on Information Systems and Engineering (ISE'2003, Montreal, Canada)*, 2003.

[Safetycritical,2005] http://en.wikipedia.org/wiki/Safety_critical_system, 2005.

[Spriestersbach,2003] Axel Spriestersbach, Thomas Springer. "Quality Attributes in Mobile Web Application Development", *PROFES 2004, LNCS 3009*, pp. 120–130, 2004, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2003.

[Maamar,2004] Zakaria Maamar Quan Z. Sheng and Boualem Benatallah. "On Composite Web Services Provisioning in an Environment of Fixed and Mobile Computing Resources", *Information Technology and Management* 5, 251–270, Kluwer Academic Publishers, 2004.

[Bickmore,1997] T. W. Bickmore, B. N. Schilit, "Digstor: Device-independent Access to the World Wide Web", *Proceedings of the 6th WWW Conference, Computer Networks and ISDN Systems*, Volume 29, Issue 8-13, Elsevier Science Publishers Ltd. Essex, UK, 1997.

[Eisenstein,2001] J. Eisenstein, J. Vanderdonckt, A. Puerta, "Applying Model-Based Techniques to the Development of UIs for Mobile Computers", *Proceedings*

on Intelligent User Interfaces, Santa Fe, Chairmen: Candy Sidner & Johanna Moore, ACM Press New York, NY, USA, 2001.

[Finkelstein,2001] A. Finkelstein, A. Savigni, "A Framework for Requirements Engineering for Context-Aware Services", *Proceedings 1st International Workshop From Software Requirements to Architectures (STRAW 01)*, 2001.

[Stefan,2001] A. Stefan, M. Xenos, "A model for assessing the quality of e-commerce systems", *Proceedings of the PC-HCI 2001 Conference on Human Computer Interaction*, 2001.

[Spriestersbach,2003] A. Spriestersbach, H. Vogler, P. Ebert, "Improving the Usability of Mobile Enterprise Applications by Applying Location and Situation Information", *Proceedings of the third workshop on Applications and Services in Wireless Networks (ASWN)*, editors: Torsten Braun, Nada Golmie, Jochen H. Schiller, 2003.

[Stefan,1995] Stefan Gessler; Andreas Kotulla, "PDAs as mobile WWW browsers" *COMNET* vol. 28, afl. 1-2 (01 DEC), pag. 53-59, 1995.

[Öquist,2002] Gustav Öquist and Mikael Goldstein, "Towards an Improved Readability on Mobile Devices: Evaluating Adaptive Rapid Serial Visual Presentation" *Mobile HCI 2002, LNCS 2411*, pp. 225–240, 2002, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002.

[Waldeck,2005] Carsten Waldeck, Dirk Balfanz, "Mobile Liquid 2D Scatter Space (ML2DSS)" *infoverse.org*, 2005.

[Mitrovic,2002] Nikola Mitrović and Eduardo Mena, "Adaptive User Interface for Mobile Devices" *DSV-IS 2002, LNCS 2545*, pp. 29–43, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002.

[Steele,2005] Robert Steele, Khaled Khankan, Tharam Dillon, "Mobile Web Services Discovery and Invocation Through Auto-Generation of Abstract Multimodal Interface" *International Conference on Information Technology: Coding and Computing (ITCC'05) - Volume II*, pp. 35-41, IEEE Computer Society Washington, DC, USA, 2005.

[Nichols,2004] Jeffrey Nichols "Automatically Generating High-Quality User Interfaces for Appliances", *Thesis Proposal*, 2004.

[Sturm,2005] Sturm, "On the Usability of Multimodal Interaction for Mobile Access to Information Services." *Thesis, Radboud University Nijmegen*, 2005.