

Beteckning: _____



Akademien för teknik och miljö

Mobile Learning för elever med läs- och skrivsvårigheter

*Johan Andersson & Thomas Hiller
juni 2011*

Examensarbete, 15 högskolepoäng, C
Datavetenskap

**Datavetenskapliga programmet
Handledare: Carina Pettersson
Examinator: Fredrik Bökman**

Mobile Learning för elever med läs- och skrivsvårigheter

av

Johan Andersson
Thomas Hiller

Akademien för teknik och miljö
Högskolan i Gävle

S-801 76 Gävle, Sweden

Email:

ndv08jan@student.hig.se
nfk08the@student.hig.se

Abstrakt

Denna utredning visar att förekomsten av mobilapplikationer specifikt riktade till dyslektiker är i det närmaste obefintlig. Dessutom är forskningen på området M-Learning mest inriktad på integrerade M-Learning-system och inte på enskilda applikationer. M-Learning (mobilt lärande) är ett forskningsområde som kan sägas vara en vidareutveckling av E-Learning. Detta är ett växande forskningsområde och med explosionen av smarta telefoner och surfplattor bör för- och nackdelarna med M-Learning kunna utnyttjas i större utsträckning. På uppdrag av Gävle kommun och med handledning av Sogeti har en prototyp mobilapplikation för elever med dyslexi utvecklats för Android-plattformen. Prototypen som framtagits visar att en mobilapplikation för elever med dyslexi med fördel kan utnyttja mobila enheters multimodalitet.

Nyckelord: Dyslexi, M-Learning, Android, Mobilt lärande

Förord

Vi vill tacka Johan Lindh och Fredrik Åström på Sogeti, Carina Pettersson på HiG (Högskolan i Gävle) samt Per M Eriksson och Leif Holmgren på Gävle kommun för vägledning och synpunkter under arbetet med denna uppsats.

Innehållsförteckning

1 Inledning.....	1
1.1. Problembeskrivning.....	1
1.2 Syfte	1
1.3 Frågeställningar.....	1
1.4 Förväntat resultat.....	2
2 Metod.....	2
3 Teori	2
3.1 M-Learning	2
3.1.2 För och nackdelar med M-Learning	3
3.2 Interaktionsdesign vid M-Learning	4
3.2.1 Generella designprinciper.....	4
3.2.2 Universell användbarhet.....	7
3.2.3 Designriktlinjer inom M-Learning.....	8
3.2.3 Individanpassat gränssnitt och innehåll.....	9
3.3 Interaktionsdesign för mobilapplikationer	9
Designa för delad uppmärksamhet	9
Utforma en applikation för användning i flera olika sammanhang	9
En applikation bör kunna hantera flera avbrott	9
Möjliggör för individuella inställningar	10
Undvik stora mängder text	10
3.3.1 Mjukvaru- och hårdvaruaspekter.....	10
3.3.2 Virtuella tangentbord.....	10
3.4 MLE-projektet.....	11
3.4.1 Ekonomiska slutsatser från MLE-projektet	11
3.4.2 Öppna standarder och system.....	11
3.4.3 Erfarenheter från MLE-projektet om olika tekniska aspekter.....	12
Nätverkaspekten	12
Ljud	12
Utomhus/inomhus	12
Video	12
Knappar/touchscreen	12
3.5 Dyslexi.....	12
3.5.1 Exempel på applikationer för elever med dyslexi.....	13
3.5.2 Datorbaserade hjälpmedel	13
CD-ORD	13
DAISY	13
3.5.3 Mobilapplikationer	14
Capturatalek	14
American Wordspeller	14
3.6 Android-plattformen	14
3.6.1 Bakgrund till Android-plattformen.....	15
3.6.2 Android-plattformens arkitektur.....	15
Applikationslager	16
Applikationsramverk	16
Kodbibliotek	16
Android runtime	16
Linux-kärna	16
Android-utveckling	16
3.6.3 Android-plattformens öppenhet.....	17
3.6.4 Android market.....	18
4 Utveckling av prototyp.....	19
4.1 Kravspecifikation	19
4.1.1 Krav på funktionalitet	19
4.1.2 Implementationsbegränsningar	19
4.1.3 Ytterligare komponenter.....	19
4.1.3 Användbarhetskrav:	20
4.1.4 Mjukvaru/hårdvarukrav	20
4.2 Användningsfall	20

4.2.1	<i>Användningsfall</i>	20
	AF1: Skapa en ny berättelse	20
	AF2: Ta en bild	21
	AF3: Skriv in bildtext	21
	AF4: Läs upp text (text-to-speech)	21
	AF5: Spela in tal	21
	AF6: Öppna sparade berättelser för uppspelning	21
4.3	Design av användargränssnitt för berättaren	21
5	Resultat	26
5.1	Utvärdering av prototypen.....	26
5.2	Funktionalitet i prototypen	26
5.2.1	<i>Testning</i>	26
5.2.2	<i>Prototypens funktionalitet</i>	26
5.2.3	<i>Framtida förbättringar</i>	26
5.3	Hur ser marknaden ut för en M-Learning applikation?.....	27
5.3.1	<i>Företagsekonomiska aspekter</i>	27
5.3.2	<i>Ekonomiska aspekter för skolan</i>	27
5.3.3	<i>Lansering</i>	28
5.3.4	<i>Svenska dyslexiföreningen</i>	28
6	Diskussion	29
6.1	Litteraturöversikten.....	29
6.2	Implementation av prototypen.....	29
6.3	Hur prototypen följer användbarhetsprinciper	30
6.3.1	<i>Användbarhetsprinciper specifika för M-Learning</i>	30
7	Förslag till vidare forskning inom M-Learning för dyslexi	31
8	Slutsatser	32
9	Referenser	33

1 Inledning

Gävle kommun har identifierat ett behov av en applikation för mobila enheter som stöd för personer med läs- och skrivsvårigheter, även kallat dyslexi. För att diskutera detta behov vände sig IKT-pedagoger ifrån Gävle kommun till Sogeti, som föreslog att detta kunde bli grunden för ett examensarbete i form av en utredning. Man hade också en önskan att någon form av prototyp skulle tas fram.

Vid litteratursökning visade det sig att lärande med mobila enheter (M-Learning) är ett växande område. Därmed ansågs att detta begrepp borde undersökas närmare med koppling till det uppdrag som gavs av Gävle kommun. Därför bör det vara intressant att ta fram en prototyp till en mobilapplikation på detta område.

1.1. Problembeskrivning

De senaste årens tekniska utveckling vad gäller smarta telefoner och surfplattor har gjort att tidigare problem med M-Learning såsom begränsad skärmstorlek, bristen på tillgång till internetuppkoppling överallt, och dyra enheter, har minskat. Det finns nu större möjligheter än någonsin att skapa mobila applikationer, s.k. appar, för att verkligen utnyttja de fördelar som finns med M-Learning, såsom portabilitet, samverkan med andra, individualiserade lärandeupplevelser och lärande som sker just-in-time.

Det är därför intressant att undersöka på vilka sätt elever med dyslexi kan ha särskild nytta av mobilt lärande eftersom M-Learning inom detta område verkar vara utforskat.

1.2 Syfte

Syftet med denna rapport är dels att göra en utredning av hur smarta telefoner kan användas som ett pedagogiskt stöd för elever med särskilda behov och att ta fram en prototyp till en mobilapplikation som kan användas för att visa på möjligheterna för denna typ av stöd.

Vi skall utreda vilka nackdelar och fördelar som finns i detta stöd i jämförelse med befintliga tekniska stöd sett ur pedagogiskt och ekonomisk synvinkel. Det ska också undersökas vilka existerande lösningar som finns idag.

Eftersom Android-plattformen har valts som utvecklingsplattform så kan det även vara motiverat att utreda om denna plattform är lämplig för att utveckla en mobilapplikation som stöd för elever med dyslexi.

1.3 Frågeställningar

Följande frågeställningar kommer att behandlas i denna utredning:

- Hur bör en applikation för elever med dyslexi se ut vad gäller användbarhet och utnyttjande av mobila enheters funktionalitet, för att så bra som möjligt stödja dessa elever?
- Vilka existerande hjälpmedel för dyslektiker finns idag?
- Vilka perspektiv, både samhälls- och företagsekonomiska, bör man ta hänsyn till vid utvecklandet av en pedagogisk mobilapplikation?

1.4 Förväntat resultat

Ett förväntat resultat är att en prototyp till en mobilapplikation bör kunna utformas till stöd för målgruppen elever med dyslexi. Ett annat förväntat resultat är att Android-plattformen bör vara en lämplig plattform för syftet att utveckla en prototyp till mobilapplikation, till stöd för elever med dyslexi. De smarta telefonernas multimodalitet bör ge en bra möjlighet till att skapa en prototyp som använder sig både av text, egna foton, inspelad röst, och talsyntes.

Utredningen ska göras först för att ta reda på vilka möjligheter till lärande som finns med mobilplattformen. Sedan ska ett förslag på en prototyp presenteras utifrån resultatet av utredningen.

2 Metod

Litteratursökning har gjorts i databaser som Google Scholar, IEEE Xplorer, ACM Digital Library, SpringerLink, och litteraturdatabasen ebrary. Sökord som "M-Learning", "android" och "smartphone" har använts. När det gäller designprinciper för interaktionsdesign av M-Learning-applikationer har sökorden "M-Learning" och "interaction design" använts. Många relevanta träffar ges på begreppet *M-Learning*, som uppenbart är ett växande vetenskapligt område.

Vi har även haft kontakter med Sogeti, Gävle kommun och Svenska dyslexiföreningen via samtal och mail.

För att definiera kort vad problematiken kring dyslexi är har vi använt oss av några populärvetenskapliga böcker på området som själva refererar till vetenskapliga källor.

Konstruktionen av prototypen har skett med verktyget Eclipse med Android Development Toolkit. Eclipse och Android Development Toolkit är open source. Användningsfall har använts för att planera systemet.

3 Teori

3.1 M-Learning

Lärande med mobila enheter innefattas i begreppet M-Learning (mobile learning). Detta kan betraktas som en vidareutveckling av E-Learning (electronic learning). M-Learning har i litteraturen betraktats både som en egen disciplin och som en delmängd av E-Learning.

Det finns ingen standarddefinition av begreppet M-Learning [1]. En tidig definition refererar till E-Learning med hjälp av mobila enheter och anger att M-Learning är "*E-Learning through mobile computational devices: Palms, Windows CE machines, even your digital cell phone*" [2]. Melluish och Fallon definierar M-Learning som "just-in-time, situated learning, mediated through digital technology in response to the needs of the user" [3].

M-Learning anses vara ett relativt omoget forskningsområde, både vad gäller teknik och pedagogik, men dock under snabb och växande utveckling. Forskningen på området har fokuserats på att skapa M-Learning-lösningar och inte teoretiska koncept över vad M-Learning är. Den teknikbaserade forskningen har en tendens att definiera M-Learning helt enkelt som lärande med hjälp av mobila enheter. Den forskning som utgått från ett pedagogiskt perspektiv har undersökt till vilken utsträckning M-Learning har berikat en viss lärandemiljö och elevernas upplevelse av lärandet. Ett annat perspektiv är hur själva mobiliteten i sig påverkar lärandet [4].

I flertalet vetenskapliga artiklar betraktas M-Learning som ett integrerat system. Detta bestående av ett innehållshanteringssystem, vanligen skött av en lärare, och mobila enheter som elever använder för att ladda ner detta innehåll från en server [5]. En del M-Learning-applikationer är också spelbaserade, där användningskontexten spelar en viktig roll [6].

3.1.2 För och nackdelar med M-Learning

Lärande med mobila enheter har flera för- och nackdelar. Uppenbara fördelar är portabilitet, individualiserat lärande, och context-awareness. Nackdelar är bl.a. besvärlig textinmatning, långsamma nedladdningstider av material, och svårighet att skapa material som passar för den stora mängden enheter som finns.

M-Learning ger möjligheter till lärande just-in-time. I kombination med molnbaserade lösningar kan mobila enheter hjälpa till att ”decentralisera våra lärandeupplevelser” [3]. M-Learning uppmuntrar samarbete och upptäckter i många olika sammanhang med hjälp av interaktiva verktyg.

Mobila enheter har dessutom numera ett överkomligt pris. Även om kostnaderna förblir ett hinder för M-Learning i många delar av världen, är handhållna mobila enheter och mobila tjänster betydligt billigare än stationära och bärbara datorer med fast Internet-tjänst.

M-Learning ger också stora möjligheter till individualisering. För mobila enheter finns ett otal applikationer tillgängliga, som kan väljas ut för ett visst lärandemål, och kan även anpassas för individen. Att skapa ett rikt pedagogiskt multimedieinnehåll är relativt billigt. Mobila enheter tillåter ljud, text, bilder och videofiler som hämtas till enheten och laddas upp från denna. Dessutom har de inbyggda högtalare och numera oftast kameror.

M-Learning ger även möjlighet till dynamiskt lärande på olika platser. Bl.a. GPS-funktioner kan presentera information beroende på vilken plats eleven befinner sig på, s.k. context-awareness [3][7].

Det finns även en hel del utmaningar och potentiella problem med M-Learning. Dessa sammanfattas nedan.

Det finns många olika typer av mobila enheter. Det är svårt att skapa ett rikt pedagogiskt material som passar för alla dessa. Antingen måste man satsa på att skapa ett så rikt innehåll som möjligt rent tekniskt, eller så får man göra ett enklare material som passar på de flesta enheter.

Förutsättningen för M-Learning är i många fall tillgång till trådlös internetuppkoppling. Långsamma nedladdningstider, är trots den snabba utvecklingen vad gäller bredbandsuppkopplingar via mobila enheter, fortfarande ett problem.

Mobila enheter kan ha besvärlig textinmatning. Dagens mer sofistikerade smarta telefoner med mjukvarubaserade tangentbord innebär här en stor förbättring men kan, som tidigare nämnts, fortfarande vara omständigt.

Begränsad lagringskapacitet och internminne kan vara ett problem. Det är dock möjligt att lägga till RAM-minne i vissa enheter. Men ROM-minnet (read-only memory) som driver enheternas operativsystem kan vanligen inte utökas.

M-Learning har potentialen att reducera kostnader för traditionell klassrumsundervisning. Men det tillkommer även kostnader för investeringar, omformatering av studiematerial, tid för att testa applikationer, samt teknisk support från leverantören av de enheter som används.

Precis som vid annan inläring, men särskilt i detta fall, kan elever som använder sig av M-Learning lätt distraheras eller uttråkas, därför måste lärandet vara relevant, användbart, och engagerande [1][3].

3.2 Interaktionsdesign vid M-Learning

Vid all interaktionsdesign bör man följa ett antal designprinciper. Dessa faller inom området användbarhet och är till stora delar oberoende av vilken enhet eller system som används, men det finns även specifika sådana som man bör tänka på vid design för mobila enheter. Nedan kommer några klassiska användbarhetsprinciper ställas upp och jämföras. Sedan kommer några specifika riktlinjer för mobila enheter att presenteras, och till sist beskrivs vad man bör tänka på när man utvecklar applikationer för M-Learning ur ett användbarhetsperspektiv.

3.2.1 Generella designprinciper

Nedan beskrivs generella användbarhetsriktlinjer som har utformats av forskarna Nielsen [8] och Shneiderman [9]. Det finns en hel del uppenbara likheter mellan Nielsens och Shneiderman riktlinjer. I Tabell 1 är dessa uppställda för att visa på dessa likheter.

Enligt dessa riktlinjer är det viktigt att tänka på konsistens när det gäller bl.a. terminologi och kommandon. Det är också grundläggande att ge tydlig och förståelig återkoppling till användaren. Att undvika att användaren måste minnas saker från en skärm till en annan är viktig p.g.a. vårt begränsade korttidsminne. Viktigt är även att undvika fel med hjälp av design som i så stor utsträckning som möjligt förhindrar dem, samt att ge möjlighet till att kunna göra misstag ogjorda. Naturligtvis bör man även tänka på att designa för den stora diversifiering som finns hos användare.

Användbarhetsriktlinje	Nielsen [8]	Shneiderman [9]
Konsistens	“Users should not have to wonder whether different words, situations, or actions mean the same thing. Follow platform conventions.”	“Consistent sequences of actions should be required in similar situations; identical terminology should be used [...] and consistent color, layout, capitalization, fonts [...]”
Återkoppling	“The system should always keep users informed about what is going on, through appropriate feedback within reasonable time.”	“For every user action, there should be system feedback. For frequent and minor actions, the response can be modest, whereas for infrequent and major actions, the response can be more substantial [...]”
Belastning på korttidsminne	“Minimize the user's	“Humans limited

	memory load by making objects, actions, and options visible. The user should not have to remember information from one part of the dialogue to another [...]"	capacity for information processing in short-term memory [...] requires that designers avoid interfaces in which users must remember information from one screen and then use that information on another screen [...]."
Felhantering	<p>"Error messages should be expressed in plain language (no codes), precisely indicate the problem, and constructively suggest a solution."</p> <p>"Even better than good error messages is a careful design which prevents a problem from occurring in the first place. Either eliminate error-prone conditions or check for them and present users with a confirmation option before they commit to the action."</p>	<p>"As much as possible, design the system such that the user can't make serious errors; for example, gray out menu items that are not appropriate and do not allow alphabetic characters in numeric entry fields. If a user makes an error, the interface should detect the error and offer simple, constructive, and specific instructions for recovery [...]."</p>
Göra misstag ogjorda	"Users often choose system functions by mistake and will need a clearly marked 'emergency exit' to leave the unwanted state without having to go through an extended dialogue. Support undo and redo."	"As much as possible, actions should be reversible. This feature relieves anxiety, since the user knows that errors can be undone, and encourages exploration of unfamiliar options [...]."
Designa för olika användare	"Accelerators -- unseen by the novice user -- may often speed up the interaction for the expert user such that the system can cater to both inexperienced and experienced users."	"Recognize the needs of diverse users and design for plasticity, facilitating transformation of content. Novice to expert differences, age ranges, disabilities, and technological

Allow users to tailor frequent actions.”

diversity each enrich the spectrum of requirements that guides design. Adding features for novices, such as explanations, and features for experts, such as shortcuts and faster pacing can enrich the interface design and improve perceived system quality.”

Hjälp och dokumentation

“Even though it is better if the system can be used without documentation, it may be necessary to provide help and documentation. Any such information should be easy to search, focused on the user's task, list concrete steps to be carried out, and not be too large.”

Stöd den inre kontrollen

“Experienced users strongly desire the sense they are in charge of the interface and that the interface response to their actions. They don't want surprises or changes in familiar behavior, and they are annoyed by tedious data-entry sequences, difficulty in obtaining necessary information, and ability to produce their desired results.”

Ge en känsla av att något är slutfört

“Sequences of actions should be organized into groups with a beginning, middle, and end. Informative feedback at the completion of actions gives operators the satisfaction of accomplishment, a sense of relief [...]”

Tala användarens språk	“The system should speak the users' language, with words, phrases and concepts familiar to the user, rather than system-oriented terms. Follow real-world conventions, making information appear in a natural and logical order.”
Enkel och naturlig dialog	“Dialogues should not contain information which is irrelevant or rarely needed. Every extra unit of information in a dialogue competes with the relevant units of information and diminishes their relative visibility.”

Tabell 1, Nielsen [8], Shneiderman [9]

Som tabellen visar betonar Shneiderman mer psykologi i sina riktlinjer, t.ex. att det är viktigt för användaren att ha en inre känsla av kontroll (”internal locus of control”), och att ge användaren en tillfredsställande upplevelse av att något är utfört.

Nielsen lägger till hjälp och dokumentation som en del av användbarhetsriktlinjerna, och även att ”tala användarens språk”, samt att ta bort onödig information från systemet. Både Nielsen och Shneiderman talar om vikten av att tänka på olika typer av användare.

Nielsen tar bara upp expertanvändare och mindre erfarna användare, medan Shneiderman betonar de många olikheter som finns hos användare i form av ålder, funktionsnedsättning, osv.

Vad gäller en applikation för barn med dyslexi bör t.ex. återkoppling med hjälp av talsyntes vara ett lämpligt inslag. Möjligheten att göra misstag ogjorda är viktig vid textinmatning, eftersom eleven har problem med stavningen. Med hjälp av en talsyntes bör stavfel kunna identifieras och enkelt ändras.

3.2.2 Universell användbarhet

Shneiderman hävdar att för att nå universell användbarhet finns tre stora utmaningar. Det första är *användarnas variationer* i hårdvara, mjukvara, och nätverksanslutningar.

Den andra är den stora *diversifieringen av användare*, som har olika kunskap, funktionsnedsättningar, kultur, personlighet, läskunnighet, kön, osv. Även förutsättningar som kan försämra användandet, såsom mobilitet, oljud, och solljus, bör tas i beaktande.

Det tredje är att hantera gapet mellan användarens nuvarande kunskap och det användaren behöver veta. Här åsyftas olika sätt på vilket användaren kan lära sig systemet, genom att det stöder ett ”evolutionärt lärande”. Författaren jämför här med datorspel som presenterar nya

spelmöjligheter efter hand som spelaren blir skickligare. Även lärande genom online-hjälp, FAQ-sidor, och forum utgör exempel på hjälpmedel i att överbrygga kunskapsgapet [10].

Detta är intressant i fallet med dyslexi och M-Learning på det sättet att även dyslektiker befinner sig på olika kunskapsnivå och har olika bakgrund.

3.2.3 Designriktlinjer inom M-Learning

M-Learning applikationer måste vad gäller användbarhet inte bara nå skolans lärandemål, utan även vara tillfredsställande för den enskilde eleven, vara effektiv och ge en bra användarupplevelse. Kunskap om målgruppen och kontexten där den ska användas är nödvändig för applikationsutvecklare. Vid användbarhetsanalyser måste man klargöra vilka uppgifter användaren ska utföra, den fysiska miljön i vilken användning sker, samt vilken teknik som används. Även ålder och utbildningsnivå bör tas i beaktande [11].

Jönsson och Gjedde [12] identifierar flera riktlinjer som bör tas i åtanke vid utveckling av applikationer för M-Learning. En M-Learning-miljö bör erbjuda följande egenskaper:

- Ett intuitivt gränssnitt bör präglade hela systemet.
- Enkel åtkomst till instruktioner bör finnas.
- Användaren bör enkelt kunna ha kontroll över informationsflödet.
- Stöd ska finnas för att manipulera grafiska objekt direkt på skärmen.
- Stöd för olika modaliteter bör finnas, dvs. input/output på flera sätt såsom kamera, mikrofon, eller pekskärm.
- Åtkomst till stödjande verktyg som t.ex. kalkylator eller hjälpmedel för att rita grafer bör finnas med i systemet.

Utvecklare av applikationer för M-Learning bör studera den ständigt växande litteraturen på området, samt konsultera erfarna lärare som innehar den pedagogiska kunskapen [12].

Den mobila tekniken bör inte definiera kraven på vilka handlingsmöjligheter som finns vid mobil interaktion, utan de pedagogiska kraven ska utgöra grunden, och tekniken ska stödja dessa vid interaktionsdesign för M-Learning [13].

För att kategorisera M-Learning-applikationer från ett användbarhetsperspektiv har Deegan och Rothwell [11] delat in dem i fyra kategorier. Författarna menar att dessa är användbara när man ska utvärdera användbarheten hos M-Learning-applikationer:

- Applikationer som stöder traditionellt lärande (*supportive*), med kommunikation mellan lärare och elev. Den kan ske med hjälp av SMS, direktmeddelanden, videosamtal, och även sociala medier som Twitter och Facebook. Här är ett användbarhetsmål att den stödjande applikationen liknar ”den verkliga världen” så mycket som möjligt. Den bör även vara integrerad med den traditionella lärandemiljön och inte vara distraherande. För att uppnå detta bör den ”tala samma språk” som en riktig lärare.
- M-Learning baserat på att leverera pedagogiskt material direkt till den mobila enheten (*content-based*). Här måste man tänka på vilket slags lärande som användaren vill uppnå med den mobila enheten. Eftersom enheten är mobil måste man kunna tillgodogöra sig innehållet i många olika miljöer, och man måste även kunna pausa och fortsätta lärandet utan att effektiviteten går förlorad.
- Applikationer som är s.k. context-aware, dvs. som innehåller material som ändras baserat på omgivningen, med hjälp av t.ex. GPS som kan tolka omgivningen (*context-based*). Eftersom innehållet här anpassas efter omgivningen, och är tänkt att användas både inom- och utomhus måste applikationen formges med detta i beaktande.

- Applikationer där eleven tar aktivt del i lärandet och samarbetar med andra elever och lärare, och använder sig av teknologi och andra applikationer för att göra detta (*collaborative*). Användaren bör kunna använda applikationen utan att ha mycket kunskaper inom det området som behandlas, och ska inte heller behöva veta det slutliga lärandemålet. Eftersom samarbete sker kommer användarna att ligga på olika nivåer kunskapsmässigt och det viktiga är att alla förstår själva processen [11].

3.2.3 Individanpassat gränssnitt och innehåll

För att förbättra användbarheten i M-Learning-applikationer föreslår Glavinic et al. [14] att utvecklare använder ett holistiskt angreppssätt. Med detta menas att man tar den stora variationen mellan olika mobila enheter, olika kunskaper inom interaktion med mobila enheter, och olika kunskapsnivåer inom det speciella området, med i beräkningen. För att uppnå detta föreslår författarna en modell där man skapar ett enhetsoberoende gränssnitt, ett individanpassat pedagogiskt innehåll, samt en individanpassad interaktion mellan användaren och den mobila enheten.

När det gäller att skapa ett enhetsoberoende gränssnitt kan man enligt Glavinic et al [14] t.ex. använda det XML-baserade UIML (User Interface Modeling Language), som används för att beskriva gränssnitt på en abstrakt konceptuell nivå, för att sedan omvandlas av en *gränssnittsrenderare* som omtolkar det till målplattformen.

För att individanpassa det pedagogiska innehållet kan man använda sig av s.k. användarmodeller, som sparas i profiler. En analysmotor lagrar och hämtar nuvarande kunskapsnivå och användarens framsteg i en profil.

För att individanpassa användarens interaktion med applikationen kan man enligt författarna t.ex. använda menyer som anpassar sig efter personens användningsmönster. Fördelen med detta är att den begränsade yta som mobila enheter har kan presentera de menyval som användaren verkligen använder. Det är också troligt att t.ex. en nybörjare använder ett fåtal menyval på ett repetitivt sätt, medan en mer erfaren användare använder flera [14].

3.3 Interaktionsdesign för mobilapplikationer

Nedan följer några intressanta riktlinjer som är specifika för mobilapplikationer.

Designa för delad uppmärksamhet

En användare av mobila enheter har ofta fokus på mer än en uppgift. En mobilapplikation således inte alltid användarens huvudfokus. Därför bör applikationer utformas för att kräva så lite som möjligt av användarens uppmärksamhet menar Johansson [15].

Utforma en applikation för användning i flera olika sammanhang

Miljön där en mobil enhet används kan variera mycket. Faktorer som väder, vind, ljudnivå, och varierande belysning bör man ha i åtanke vid gränssnittsdesign [16].

En applikation bör kunna hantera flera avbrott

När en användare byter applikation, eller skiftar till en annan funktion, måste det finnas en möjlighet att spara arbetet, samt snabbt och enkelt kunna få tillgång det utan risk för att det går förlorat [16].

Möjliggör för individuella inställningar

Ofta nyttjas en mobil enhet av en enda individ och blir därmed väldigt personlig. Genom att möjliggöra för individuella inställningar kan användaren påverka applikationen med syfte att utnyttja enheten effektivt [16].

Undvik stora mängder text

Mobila enheter har ofta problem att visa stora mängder text på grund av små skärmstorlekar. Detta ska undvikas så långt det är möjligt och kan lösas genom att t.ex. dela upp texten i mindre stycken och kategorier, vilket underlättar navigering i texten [17].

3.3.1 Mjukvaru- och hårdvaruaspekter

Utmaningar när det gäller interaktionsdesign för mobila enheter kan enligt Huang [18] delas upp i hårdvaruaspekter och mjukvaruaspekter.

Hårdvaruaspekter inkluderar begränsade input-möjligheter som små tangentbord (både fysiska och virtuella) och begränsade output-möjligheter som t.ex. små skärmar. Det är även en utmaning att "designa för mobilitet", d.v.s. det faktum att enheten hela tiden kan bäras med och därmed har begränsat med tillgång till ström.

När det gäller mjukvaruaspekter finns det utmaningar vid användande av hierarkiska menyer, navigering och bläddrande, samt bilder och ikoner. Avseende hierarkiska menyer, som är vanliga i skrivbordsapplikationer, är de svåra att överföra direkt till ett mobilt gränssnitt. Det har presenterats olika lösningar på detta inom forskningen, bl.a. att ha så många val som möjligt i roten och på den sista nivån, medan så få val som möjligt i mellannivåerna, medan en annan studie föreslog att varje nivå i menyn skulle ha 4-8 val, och att det var effektivare att ha flera nivåer i menyerna istället för färre nivåer med fler val [18].

Att navigera och bläddra på en mobil enhet kan p.g.a. skärmstorleken vara svårt. Innehåll som skapats för större skärmar måste delas upp i många mindre enheter, och detta skapar svårigheter att navigera genom det. Även bilder och ikoner som anpassats för skrivbordsdatorer måste anpassas till den mobila skärmen. Stora bilder och grafiska element kan göra att de resurser som tas i anspråk för att visa dem är större än den mobila enheten klarar av [18].

3.3.2 Virtuella tangentbord

Ett sätt att komma förbi problemet med små skärmar som konkurrerar om utrymmet med knappbaserade tangentbord är att använda virtuella tangentbord. Detta gör att mer utrymme ges åt interaktion via skärmen. Dock visar tester att användare med enheter som har fysiska tangentbord kan skriva 60 ord i minuten, med båda tummarna och efter en tids träning. Detta att jämföra med enheter som har virtuella tangentbord, som exempelvis iPhone och Android-telefoner, där användare når 20-30 ord i minuten, efter en tids träning [9].

Fördelen med virtuella tangentbord är att de är mjukvarubaserade, varför det är enkelt att modifiera dem för olika länder, och tangentlayouter. En nackdel är att de saknar taktill återkoppling och därmed inte låter användaren veta när den vidrört, klickat, eller glidit iväg från en tangent. Utan sådan återkoppling behöver användaren ofta växla sitt fokus mellan tangentbordsarean och textytan. Detta påverkar användarupplevelsen och produktiviteten i skrivandet. När man fokuserar på tangentbordsarean missar man ofta att upptäcka stavfel, och felaktiga autokorrigeringar. Om felet blir många måste man spendera lång tid med korrigering i efterhand. Paek et als. forskning på detta område visar att en del av dessa problem borde kunna lösas med hjälp av multimodal återkoppling från det virtuella tangentbordet, med hjälp av ljud- och bildsignaler [19].

Eftersom målgruppen dyslektiker har problem med rättstavning tycks alltså virtuella tangentbord vara en nackdel i detta fall.

3.4 MLE-projektet

MLE-projektet (Mobile Learning Environments) var ett samarbete mellan lärarutbildningen vid Malmö högskola, Swedish Institute for Computer Science, HiQ Interactive, GR-utbildning, Nokia, Hypermedialaboratoriet i Tampere och Danmarks pedagogiska universitet. Syftet var att undersöka hur M-Learning-plattformar kan användas i nordiska skolor.

Detta projekt undersökte vad framtida utvecklare av M-Learning-applikationer bör tänka på, både vad gäller tekniska, pedagogiska och ekonomiska aspekter. Projektet resulterade i tre rapporter som finns tillgängliga via projektets hemsida [20]. I projektet har en spelliknande, pedagogisk applikation konstruerats och testats på tre olika plattformar. Detta för att undersöka frågor som lämpliga standarder och design för framtida M-Learning-system [21].

3.4.1 Ekonomiska slutsatser från MLE-projektet

Hansson et al. [22] nämner för- och nackdel med att skolan använder elevernas egna enheter, gentemot att köpa in speciella sådana för ändamålet. Fördelar med att använda elevernas egna enheter kan vara att det blir mindre kostnader för skolan, samt en möjlighet att ansluta flera enheter utan kostnader. Nackdelar kan vara en större teknisk installationskostnad, samt en möjlighet att vissa elever utesluts eftersom deras telefoner inte stöder den aktuella mjukvaran.

När det gäller att investera i speciella enheter för ändamålet nämns följande fördelar: potentiellt engångskostnad för installation och att alla elever kan delta. Nackdelar med detta är en större investeringskostnad för skolan i enheter som snabbt föråldras, samt att det förmodligen blir färre enheter än om man skulle använda elevernas egna. En kompromiss mellan ovanstående är att skolan leasar enheterna [22].

3.4.2 Öppna standarder och system

Man bör sträva efter ett öppet system som andra kan använda och utöka för egna syften. Skolan har begränsat med resurser, och en inlåsning i ett visst system eller en viss leverantör minskar möjligheterna för utbyggnad, och även komparabilitet med enheter från olika mobilleverantörer [23].

Enligt Heath [23] är mobilplattformen mycket mer sluten än andra plattformar, vilket skapar ett hinder för utveckling av öppna M-Learning-applikationer på denna:

“The closed systems and standards that characterize the mobile phone market, in combination with an educational system that does not encourage or provide for standardized solutions, creates a major hurdle for the implementation of mobile learning environments centered around the mobile phone [23].”

Heath menar att det finns en hel del framtida frågor att diskutera när det gäller M-Learning i skolan: b.la. måste man uppdatera sina IT-riktlinjer för att inkludera den mobila tekniken, utveckla öppna system för mobila plattformar, stärka kunskapen hos intressenterna om M-Learning, samt skapa en teknisk infrastruktur för detta [23].

3.4.3 Erfarenheter från MLE-projektet om olika tekniska aspekter

Nätverkaspekten

En av de viktigaste egenskaperna i den mobila lärmiljön är möjligheten att koppla upp mot ett nätverk. Hansson et al. [22] identifierar några saker att ta med i beräkningen när man utvecklar M-Learning-applikationer som har nätverksuppkoppling.

Nätverksuppkoppling skapar möjlighet att skapa en dynamisk lärmiljö byggd på samarbete och tävling, där handledning och hjälp av lärare på distans är möjlig. Nätverksapplikationer kan även ta del av nedladdad geografisk data.

Man bör tänka på att nätverksuppkoppling kan betyda flera saker: t.ex. internetuppkoppling via WiFi, uppkoppling till ett lokalt nätverk via densamma, internetuppkoppling via ett mobilt nätverk, eller uppkoppling mellan enheter via Bluetooth. Mobila nätverk är långsammare än lokala nätverk med WiFi, men mobila nätverk har bättre täckning. Man bör också notera att nätverksuppkoppling påverkas av den aktuella platsen, t.ex. när det gäller mobil täckning och kostnader för dataöverföring. En följd av detta är att en nätverksapplikation inte är lika stabil till sin natur då kontakt med nätverket enkelt kan gå förlorad.

Ljud

Text i kombination med voice-over-ljud kan med fördel användas då olika ljusförhållanden kan göra det svårt att läsa texten. Att använda återkoppling med hjälp av ljud är också till fördel då visuell information inte behöver kommuniceras [22].

Utomhus/inomhus

När det gäller inomhusmiljö så är WiFi att föredra när det gäller positionering och *triggering points*, utomhus kan GPS med fördel användas. En teknik som fungerar lika bra inomhus som utomhus är Bluetooth. GPS har dock lägre precision än Bluetooth vad gäller positionering [22].

Video

Avseende video så användes detta framgångsrikt i MLE-projektet för att förmedla instruktioner till eleverna. Att skapa en video med ljud och några rader instruerande text var bättre än att skapa instruktioner bestående enbart av text [22].

Knappar/touchscreen

Det finns flera fördelar med en touchscreen framför traditionella tangentbord i mobila enheter. För utvecklare ger ett gränssnitt som stöder touchscreen inte en lika kontrollerad navigation. I projektet erfor man dock en del problem med touch screens vid utomhusanvändning, då de mobila enheterna hade en högblank skärm, vilket skapade problem när solen lyste på dem [22].

3.5 Dyslexi

I denna utrednings syfte ingick att titta på möjligheterna att skapa en M-Learning-applikation för elever med dyslexi. Därför kommer här en kort beskrivning av vad läs- och skrivsvårigheter innebär.

Dyslexi är den vanligaste formen av inlärningssvårighet. Svenska Dyslexiföreningen uppskattar att ca 5-8 procent av den svenska befolkningen lider av detta [24]. Det är ett biologiskt orsakat tillstånd som inte har något med intelligens att göra. Det har visats att dyslexi har en ärftlig grund, och svårigheterna följer ofta med upp i vuxen ålder [25].

Dyslexi är grekiska och betyder ”svårighet med orden” [26]. Dyslexi tar sig uttryck i en störning i vissa språkliga funktioner. Dessa funktioner är viktiga för att kunna avkoda språket, det vill säga att förstå hur språkljud och bokstäver hänger samman [25]. När man läser måste man ”snabbt översätta symboler till fonologisk information, alltså till språkljud.” [26]. Det visar sig tidigt att den som har dyslexi har svårigheter med ”automatiserad ordavkodning vid läsning” [25]. Detta innebär t.ex. att ordet ”*skurar*” t.ex. kan läsas *skurat*, *skurkar* eller *tjurar* av en dyslektiker [27].

En dyslektiker har ofta följande svårigheter, enligt [26][25]:

- Problem att särskilja enskilda språkljud, vilka de är och i vilken ordning de kommer.
- Uppfatta olika talljuds inbördes ordningsföljd i orden.
- Problem med den fonologiska medvetenheten, dvs. ”förmågan att känna igen identifiera, och hantera stavelser och fonem i det talade språket”.
- Förstå att fonemen kan representeras av bokstäver.
- Uppfatta ordningsföljden av bokstäverna i en text på rätt sätt.
- Svårigheter med rättskrivning.

Barn med dyslexi har ofta problem med ordigenkänning, dvs. att läsa bokstav för bokstav, dålig tillgång till sitt ordförråd och att snabbt komma på rätt ord, samt att uttrycka sina tankar och berättelser i skrift, medan muntligt berättande ofta går mycket bättre [27].

3.5.1 Exempel på applikationer för elever med dyslexi

Nedan kommer existerande datoriserade hjälpmedel att belysas. Först kommer datorstöd, sedan två exempel på mobilapplikationer som hittats, vilka har det specifika syftet att vara till hjälp för dyslektiker. I efterforskningar på nätet, och även enligt IKT-pedagogerna på Gävle kommun, finns få hjälpmedel för just dyslexi inom M-Learning-området. Inga hjälpmedel på svenska har hittats. Däremot finns ett fåtal engelskspråkiga mobilapplikationer.

3.5.2 Datorbaserade hjälpmedel

De hjälpmedel för dyslektiker som finns tillgängliga idag är fokuserade på talsyntesfunktionen. Nedan kommer en beskrivning av några av dessa.

CD-ORD

Detta är en programvara från företaget Elevdata. Det uppges vara ”ett läs-och-skrivstöttande verktyg”. Idag finns i Gävle kommun en kommunlicens för detta program. CD-ORD kan användas till uppläsning av text i exempelvis Microsoft Word, text på webbsidor, och av PDF-dokument. CD-ORD hjälper även till med att ge ordförslag vid skrivande [28].

DAISY

Det största existerande hjälpmedlet för dyslektiker är olika typer av DAISY-läsare. Detta var från början ett hjälpmedel för blinda, men har även visat sig kunna användas väl för dyslektiker. DAISY, som står för Digitalt Anpassat Informationssystem, är en standard för digitala talböcker. Den tryckta texten kan med hjälp av denna standard göras mer tillgänglig för personer med exempelvis dyslexi. Med hjälp av DAISY presenteras en talbok som är möjlig att navigera i. Den består av text synkroniserad med ljud. Den senaste versionen av DAISY-standarderna baseras på XML.

Idag jobbar man inom Gävle Kommun på att få en kommunlicens för DAISY, men har ännu inte fått det. Rektorn för varje skola får bekosta detta för de elever som behöver det. Det

finns även en internationellt utvecklad programvara som heter Amis [29]. Den är freeware och finns att ladda ner på talboks- och punktskriftsbibliotekets hemsida. Denna programvara har DAISY-funktionalitet. Den anses av IKT-pedagogerna på Gävle kommun som allt för buggig, och rekommenderas därför inte av dem.

3.5.3 Mobilapplikationer

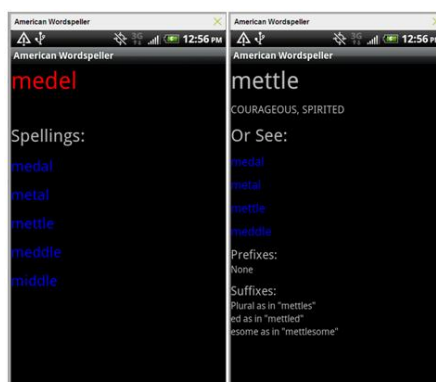
Det har hittats endast två exempel på mobilapplikationer som är riktade specifikt till dyslektiker. Nedan följer en kort beskrivning av båda.

Capturataalk

Capturataalk (www.capturataalk.com) är en mjukvara för mobiltelefoner, designad för människor som har svårigheter att läsa. Applikationen använder text-till-tal-teknik. Användaren får texten uppläst uppläst på sin telefon. Förutom personer med dyslexi, kan målgruppen vara de som lär sig engelska. Användaren kan fånga in text från böcker, skyltar, broschyrer och så vidare, med kameran i telefonen, och omedelbart kolla ord i online-lexikon samt lyssna till texten. Denna metod bidrar till ett situationsanpassat lärande där individen interagerar med sin omgivning och samtidigt har förmågan att anpassa lärandet till personliga behov [30].

American Wordspeller

American Wordspeller, se figur 1, är en applikation som riktad mot barn med dyslexi. Den finns tillgänglig för Android och iPhone. En dyslektiker försöker ofta stava ordet som det låter fonetiskt. I applikationen kan man därför skriva in ett ord som det låter fonetiskt, för att sedan få upp ett antal förslag på ord som liknar detta. Man kan sedan klicka på ett av förslagen i träfflistan för att se om det är det ord som man var ute efter. När man klickat på ett ord kommer en betydelse upp, som i en vanlig ordlista. Applikationen finns enbart tillgänglig på engelska [31].



Figur 1. Bilder av applikationen American Wordspeller.

3.6 Android-plattformen

För detta examensarbete har Android valts som utvecklingsplattform. Detta eftersom applikationer för plattformen utvecklas i Java och författarna av denna rapport har tidigare erfarenhet av detta programmeringsspråk. Androids utvecklingspaket och vanligaste IDE Eclipse är dessutom open source, vilket förenklade valet av plattform.

För att utreda denna plattformens lämplighet för syftet, kommer nedan en kort bakgrund om Android.

3.6.1 Bakgrund till Android-plattformen

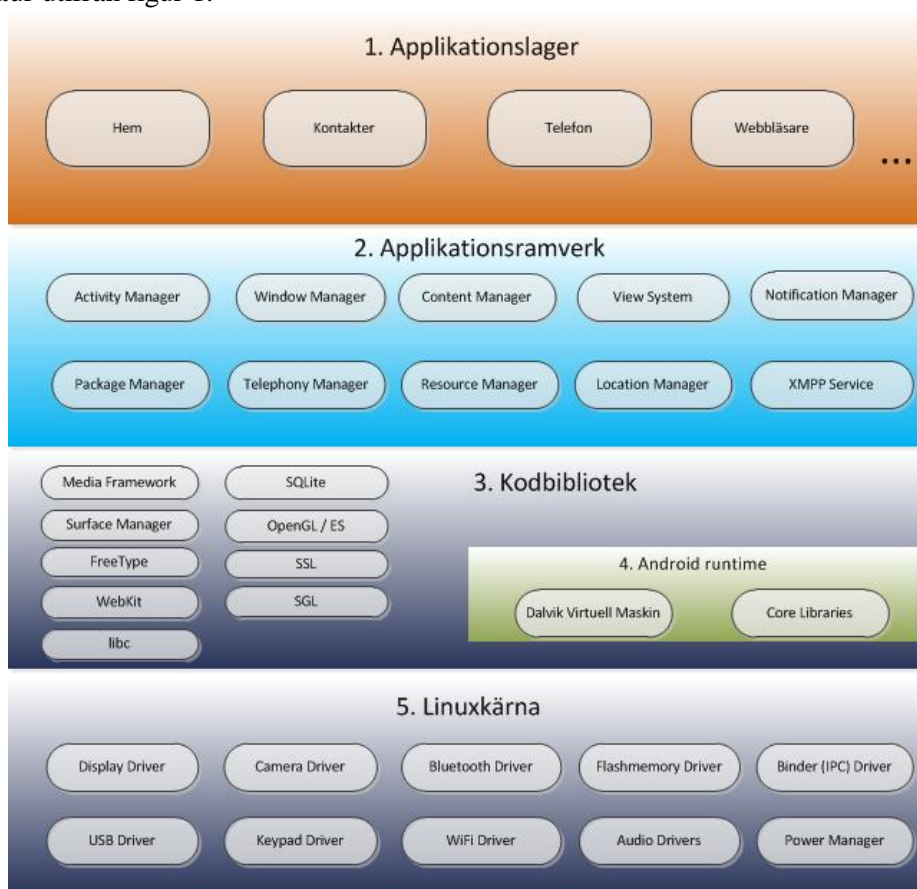
Grønli et al. [33] skriver att i november 2007 släppte IT-bolaget Google Android-plattformen med målet att vara en arena för öppen källkod inom mjukvaruutveckling för den mobila plattformen. Android-plattformen lanserades under Open Handset Alliance. Inom denna är målet att åstadkomma öppna standarder för mobila enheter.

Android baseras på Linuxkärnan. Med hjälp av Googles utvecklade Java-bibliotek underlättas det för utvecklare att hantera sin skrivna Java-kod. Android tillhandahåller inte bara själva operativsystemet utan också en specialbyggd virtuell maskin som heter Dalvik Virtual Machine och som applikationerna exekveras på. Den fungerar även som ett program mellan koden och driftsystemet.

För själva applikationsutvecklingen underlättar Android-plattformen följande: användandet av 2D och 3D- grafiska bibliotek, beständig lagring genom en liten anpassad SQL- motor (SQLite), och avancerade nätverksfunktioner som till exempel Edge, 3G och WLAN. Androids API är ständigt under utveckling och genom utgåvan 2.0, kallad Eclair, har Android tagit ett stort steg framåt vad gäller tillgängliga funktioner från den föregående versionen 1.0. Genom att Androids mobila operativsystem är öppet för utvecklargemenskapen sker ett samarbete vid själva utvecklandet av programmeringsmiljön, operativsystemet och API:t [33].

3.6.2 Android-plattformens arkitektur

Android har en lagerbaserad arkitektur. Nedan följer en kort beskrivning av Androids arkitektur utifrån figur 1.



Figur 2. Figuren är gjord efter [34].

Applikationslager

Det översta lagret i Android-plattformen kommer med en uppsättning program inklusive en e-postklient, SMS-program, kalender, kartor, webbläsare, kontakter mm. Dessa applikationer är skrivna i Java [34].

Applikationsramverk

En Androidapplikation kan utnyttja hårdvaran i hög utsträckning. En applikation kan få tillgång till positionsuppgifter, den kan köra bakgrundstjänster, ställa in alarm, lägga meddelanden till statusfältet, mm. Android-applikationer kommer åt ramverkets API, samma funktioner som används av kärnapplikationer, i det första lagret.

Applikationsarkitekturen är utformad för att förenkla återanvändning av komponenter. En applikation ska kunna publicera sina tjänster och sedan kan andra program använda sig av dessa resurser (med förbehåll för säkerhetskrav som är inbyggda i ramverket).

Varje applikation kan använda en mängd system och tjänster: en mängd utbyggbara vyer (Views) som kan användas till listor, knappar, rutnät, och en webbläsare som går att bädda in i applikationen. Man kan också använda sig av s.k. Content Providers, som används för att komma åt data från andra applikationer, t.ex. kontakter från Contacts. En hanterare finns också för att initiera egna varningar eller meddelanden i statusfältet, kallad Notification Manager [34].

Kodbibliotek

Plattformen innehåller bibliotek skrivna i C/C++ som används av olika komponenter. Dessa är tillgängliga från applikationsramverket. Bland annat finns det stöd för diverse mediabibliotek för inspelning och uppspelning av ljud och video i ett flertal populära filformat, rendering av typsnitt med vektor- och bitmapsteknik, SQLite som är en relationsdatabas tillgänglig för alla applikationer, och bibliotek för 3D-funktionalitet [34].

Android runtime

Android innehåller en uppsättning bibliotek som tillhandahåller det mesta av den funktionalitet som finns i de grundläggande biblioteken i programmeringsspråket Java. Varje Android-program körs i en egen process som tilldelas av operativsystemet, och äger sin egen instans av den virtuella maskinen Dalvik.

Dalvik har skrivits så att en enhet kan köra flera virtuella maskiner effektivt. Dalvik kör filer i .dex-format som optimeras för minimal CPU- och minnesanvändning. Den virtuella maskinen kör klasser som kompilerats av en Java-kompilator som sedan omvandlas vid kompilering till .dex-format (med hjälp av verktyget "dx").

Android-arkitekturens Linux-kärna kan köra flera instanser av den virtuella maskinen Dalvik, som också tillhandahåller underliggande funktioner såsom trådar och minneshantering på låg nivå [34].

Linux-kärna

Android-plattformen körs på Linux-kärnan version 2.6. Denna står för grundläggande systemtjänster som minnes- och processhantering, nätverkstjänster, säkerhet, och drivrutinsmodell [34].

Android-utveckling

För att utveckla applikationer för Android-plattformen kan man arbeta i Mac, Linux, eller Windows. Androids egna virtuella maskin, Dalvik, skapades speciellt för att maximera batteritiden, och fungera bra med den begränsade CPU-kapacitet som finns i mobila enheter.

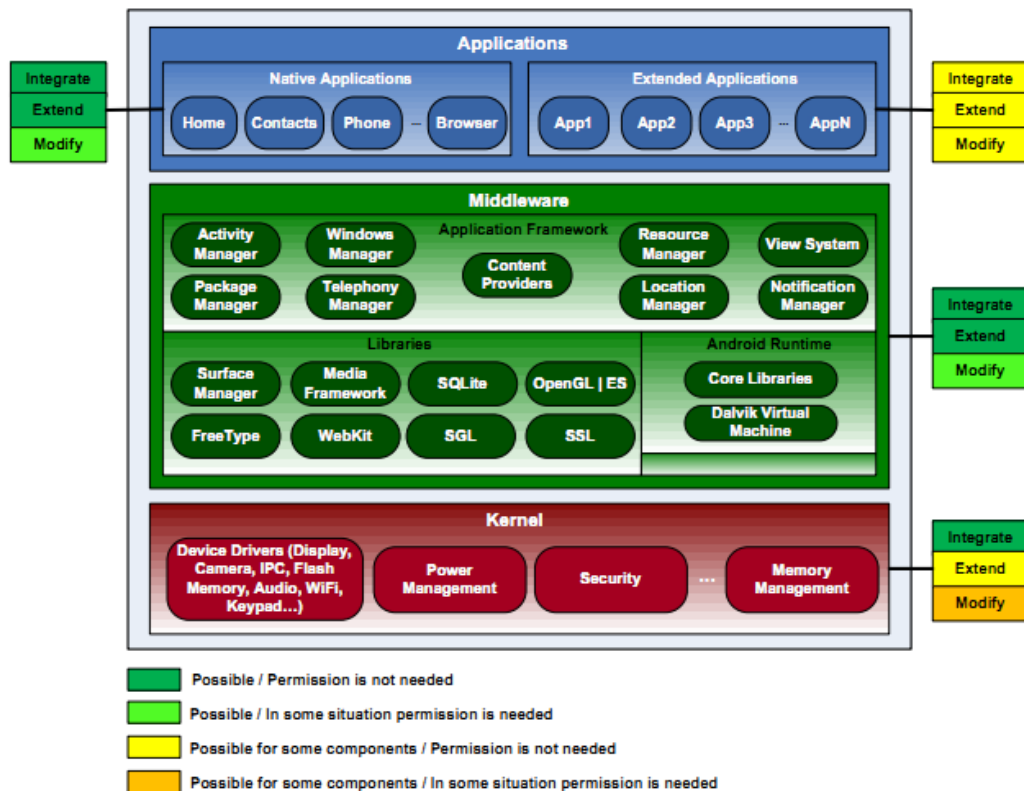
Vid utveckling omkompileras Java-klasserna till bytecode kompatibel med Dalvik. Med hjälp av Android NDK (Native Development Kit) går det också att använda C och C++ s.k. native libraries för att återanvända existerande kod.

Den vanligaste utvecklingsmiljön för Android-applikationer är det fritt tillgängliga Eclipse i kombination med instickspaketet Android Development Tools (också fritt tillgängligt). Detta är ett fullfjädrat utvecklingspaket med en tillhörande emulator med vilken man kan testköra Android-applikationer direkt på datorn utan tillgång till en mobil enhet [35].

3.6.3 Android-plattformens öppenhet

Det är möjligt för programmerare att skriva kod för vilket lager som helst i arkitekturen. Det är dock i praktiken bara hårdvarutillverkare som har intresse av att modifiera eller göra tillägg i de lägre lagren av arkitekturen. Enligt uppgift från utvecklare på Google är det möjligt men inte särskilt troligt att en kommersiell utvecklare skulle ändra något i kärnan: “Android is open source. If a developer wanted to make changes to something in the Kernel, they could submit it to Google who manages the project, and Google would approve the change, and allow it into the framework. In practice, I think it is difficult for anyone outside of Google to get changes into the core of the framework”. Dock har Android i en jämförelse med andra mobila plattformar visat sig vara den mest öppna med avseende på att kunna integrera, bygga ut, och modifiera applikationer, middleware, och kärnan i operativsystemet, se figur 2 [36].

Google formade en grupp av teknologi- och mjukvaruföretag som man kallar Open Handset Alliance. Som namnet antyder är ett av konglomeratets syften att “improving mobile phones to change the mobile experience for customers by increasing the openness in the mobile ecosystem” [37].



Figur 3, från [37].

Eftersom Heath [23] som arbetade med MLE-projektet, anser att öppna standarder är att föredra vid M-Learning projekt, bör Android-plattformen vara ideal för skolväsendet, eftersom man då inte är bunden till att köpa/leasa en typ av enhet utan kan använda flera enheter som använder Android-plattformen.

3.6.4 Android market

Samtidigt som plattformen lanserades öppnades Android market där utvecklare kan distribuera sina applikationer för plattformen gratis, utan förhandsgranskning som i fallet med Apples applikationsmarknad. Detta är en öppen publiceringsmodell, men avsaknaden av förhandsgranskning gör också att applikationer med kvalitet kan vara svårare att hitta, då ingen förhandsgranskning sker. Detta försöker man lösa genom att populära applikationer ska kunna nå toppen på hemsidan med hjälp av olika topplistor och betygsättningssystem [38].

4 Utveckling av prototyp

I denna utrednings frågeställningar ingick att undersöka om en prototyp för en applikation, som ett hjälpmedel för barn med dyslexi mellan 7-12 år, var lämplig att utveckla för Android-plattformen. Efter den inledande litteraturöversikten inleddes utvecklingen av en prototyp för detta syfte.

4.1 Kravspecifikation

En mobilapplikation som kan fungera som ett pedagogiskt stöd för elever med dyslexi, i åldrarna 7-12 år ska utvecklas.

I skolan används nästan bara text när en elev ska presentera någonting. Därför ska applikationen vara ett alternativ till att göra muntliga eller textbaserade presentationer av ett grupparbete, en upplevelse, eller en berättelse. Detta sker med en kombination av bilder, voice-over, och korta texter.

På grund av författarnas kännedom om programspråket Java, som är används i Android-plattformen, samt att Android SDK (utvecklingspaket), och medföljande insticksprogram till Eclipse, var fria att använda, valdes just Android som utvecklingsplattform. Som tidigare påpekats bör detta även vara en fördel för skolväsendet, om t.ex. kommunens egna utvecklare skapar program för plattformen slipper man licenskostnader, samt att man inte är låst till mobila enheter från en tillverkare vid inköp. Nedan följer en kravspecifikation för applikationen.

4.1.1 Krav på funktionalitet

Applikationen ska vara ett stöd för dyslektiker att kunna göra en presentation eller berättelse med hjälp av bilder, men även korta texter.

Användaren ska kunna ta bilder med enhetens kamera, för att sedan kunna lägga in dessa bilder i ett galleri i applikationen. Detta galleri ska sedan kunna användas när användaren sedan skapar sin berättelse.

Användaren ska ha möjlighet att lägga till korta texter till varje bild. Denna text ska efter att den skrivits in kunna kontrolleras med hjälp av talsyntesen för att se att den är rättstavad.

Användaren ska även kunna lägga till tal (voice-over) för varje bild. Bilderna ska läggas upp på en tidslinje, vilka sedan spelas upp i ordning vid presentation.

4.1.2 Implementationsbegränsningar

Applikationen ska implementeras i Java med Android SDK. Version 2.2 av Android-plattformen skall användas. Eclipse ska användas som integrerad programmeringsmiljö.

4.1.3 Ytterligare komponenter

Inga ytterligare komponenter ska användas. Kamerafunktion, ljudinspelning, och talsyntes finns inbyggda i Android-plattformen. Lämpliga ikoner/bilder som används i applikationen ska vara fria att använda.

4.1.3 Användbarhetskrav:

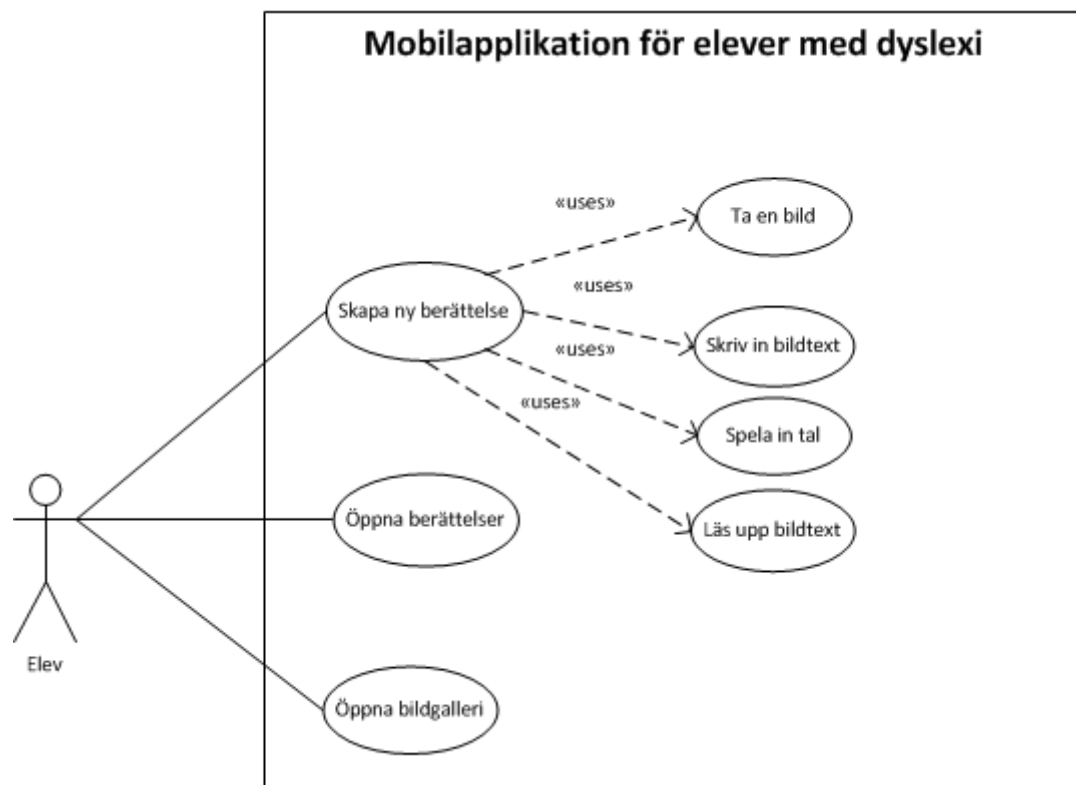
Applikationen ska vara tillräckligt enkel för ett barn i målgruppen 7-12 (låg- till mellanstadiet). Tydliga bilder ska användas som ikoner.

4.1.4 Mjuk- och hårdvarukrav

Alla enheter, båda smarta telefoner och surfplattor, som kör Android-plattformen, från 2.2 och uppåt, bör kunna köra applikationen. Applikationen bör inte ha några höga krav på prestanda, då endast stillbilder, tal, och en talsyntes kommer att användas.

För att använda applikationen bör en enhet som har en mikrofon, kamera, och pekskärm (touch-screen) användas.

4.2 Användningsfall



Figur 4 Användningsfallsdiagram

4.2.1 Användningsfall

Nedan följer en kort beskrivning av applikationens användningsfall.

AF1: Skapa en ny berättelse

1. Anv. väljer att skapa en ny berättelse.
2. Anv. presenteras för en tom tidslinje.
3. Anv. väljer en existerande bild från disken. Upprepar detta om den vill lägga till fler bilder.
4. Bilden läggs till på tidslinje.

AF2: Ta en bild

1. Anv. väljer att ta en bild.
2. Anv. väljer att spara bilden på disken.
3. Bilden läggs till i ett bildgalleri.
4. Eftervillkor: Bilden lagras på enhetens SD-kort.

AF3: Skriv in bildtext

1. Förvillkor: En berättelse är vald och öppnad.
2. Anv. väljer en bild i tidslinjen
3. Anv. skriver in en bildtext.
4. Bildtexten läggs till i bilden.

AF4: Läs upp text (text-to-speech)

1. Förvillkor1: En ny berättelse har påbörjats.
2. Anv. väljer att lyssna på ett textblock till vald bild.
3. Applikationen spelar upp texten med hjälp av talsyntesen.

AF5: Spela in tal

1. Förvillkor: En berättelse är vald och öppnad.
2. Anv. väljer en bild ur tidslinjen.
3. Anv. spelar in tal.
4. Ljudfilen sparas och läggs till bilden.

AF6: Öppna sparade berättelser för uppspelning

1. Förvillkor: Användaren har skapat och sparat en eller flera berättelser.
2. Anv. väljer att öppna en sparad berättelser.
3. Anv. väljer att spela upp berättelsen.
4. Berättelsen spelas upp i den ordning den tillagts på tidslinjen, med både bild, text, och talsyntes.

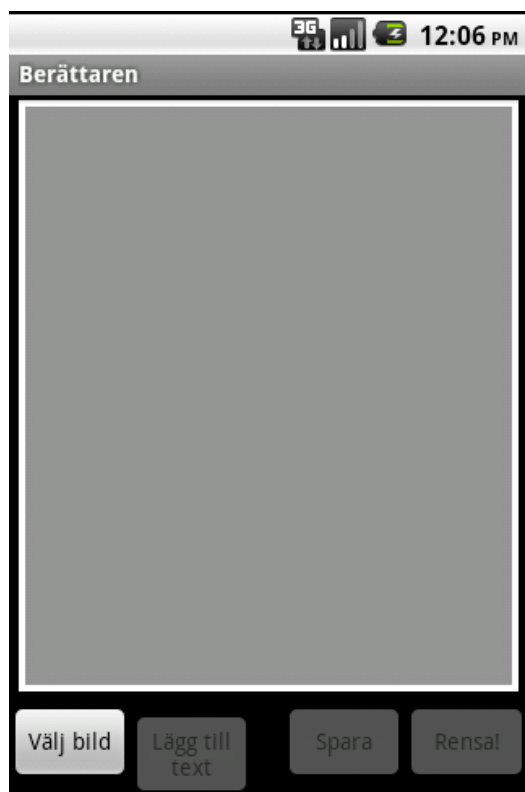
4.3 Design av användargränssnitt för berättaren

När användaren startat prototypen laddas en startmeny med fyra stycken ikoner "skapa berättelse", "Ta en bild", "Titta på bilder" och "Bildberättelser". För att skapa en bildberättelse trycker användaren på ikonen "Skapa berättelse".



Figur 5: Startmeny

Efter att användaren tryckt på ikonen "skapa bildberättelse" laddas nedanstående sida fram som har funktionerna "Välj bild", "Lägg till text", "Spara", och "Rensa".



Figur 6: Huvudmeny i "skapa bildberättelse"

Det första en användare måste göra för att skapa en bildberättelse är att klicka på “välj bild”. Ett bildgalleri laddas då upp. Användaren klickar på den önskade bilden som då visas på displayen. Vill användaren byta bild trycker användaren bara på “välj bild” en gång till.



Figur 7 Bildgalleri

För att lägga till en text till bilden klickar användaren på knappen “lägg till text”. En textruta visas på skärmen. Efter att användaren skrivit in en text och tryckt på “ok”, läses texten upp av en talsyntes. Texten dyker därefter upp på bilden inuti en flyttbar textruta. Denna textruta är flyttbar över bildytan med drag-and-drop.



Figur 8: Lägg till en text



Figur 9: Skriv in en text

För att spara bilden med textrutan trycker användaren på knappen "spara". Bilden sparas och prototypen återgår då till bildgalleriet. Användaren har även en möjlighet att ändra den befintliga texten, detta görs genom att trycka på knappen "Ändra text". Genom att trycka på "rensa"-knappen försvinner bildvisningsytan och användaren kommer då tillbaka till bildgalleriet och kan sedan välja en ny bild.



Figur 10: Spara texten och bilden



Figur 11: Ändra text

Genom att trycka på “meny”-knappen och sedan på “hem”-knappen som dyker upp i nederkanten av skärmen kan användaren ta sig tillbaka till startsidan.



Figur 12: Hem till startmenyn

Som framgår av beskrivningen ovan är den funktionalitet som är fungerande i applikationen AF3 och AF4, även om de ser något annorlunda ut i den färdiga implementationen än i användningsfallsbeskrivningen. Det som fungerar är alltså att välja en bild ur galleriet, lägga till en text till bilden, få den uppläst med hjälp av talsyntesen, samt spara bilden i galleriet.

5 Resultat

5.1 Utvärdering av prototypen

Vi har låtit IKT-pedagogerna Leif Holmgren och Per M. Eriksson på Gävle kommun utvärdera denna prototyp. De ansåg att användargränssnittet till prototypen är enkelt, snyggt, och användarvänligt. Man blev nöjd över förväntan med prototypen. Däremot ansåg man att typsnittet för de korta texter som används i bildberättelserna bör vara mindre, för att mer text ska få plats. Man ansåg också att prototypen naturligtvis måste testas med både elever och lärare för att verkligen bli användbar.

IKT-pedagogerna uttryckte en önskan om att mobilapplikationen skulle ha ljudande funktionalitet vad gäller bokstäverna, så att ett ord eller en mening, som skrivits in i en bild ska kunna bokstaveras av talsyntesen. De ansåg också att fokus för applikationen bör vara att kunna spela in berättande röst till varje bild. Man var mycket positiv till att talsyntes användes men ansåg att det kan bli svårt att använda den till rättstavning av enskilda ord. En bra utökning borde även vara om man kunde använda en s.k. Daisy-läsare i programmet. En undran från pedagogerna var också om bildberättelserna skulle vara möjliga att visa med projektor. Detta bör vara möjligt, men har inte testats för detta projekt.

5.2 Funktionalitet i prototypen

5.2.1 Testning

Prototypen har inte testats på något systematiskt sätt. Den har dock utvärderats av IKT-pedagogerna. Det återstår att göra automatiserade tester och användbarhetstester med elever. Prototypen har debuggats i Eclipse samt testkörts med Androidutvecklingsplattformens emulator. Det återstår att testa applikationen på en mobil enhet, för att få en riktig uppfattning om användbarheten i gränssnittet.

5.2.2 Prototypens funktionalitet

Den funktionalitet som nu är färdigställd är att användaren kan välja en bild ur ett galleri, lägga till en kort text till denna bild, få denna text uppläst efter inmatning av talsyntesen, flytta runt texten genom drag-and-drop på bildens yta, samt att spara bilden i galleriet.

5.2.3 Framtida förbättringar

Som en del av Användningsfall 1 (se 4.4.1) ska användaren kunna navigera från applikationen till kamerafunktionalitet och direkt lägga in en bild i programmet.

Bilderna ska kunna läggas till på en tidlinje. Tester har gjorts för detta, med färdiga exempel som hade s.k. slideshows, vilka ingick i Android SDK. Denna funktionalitet torde vara det mest komplicerade att utveckla, då det bör gå att flytta runt bilderna på tidslinjen med drag-and-drop, samt att lägga in ljudklipp och se hur långa dessa är i förhållande till bilderna.

Det ska gå att ljudlägga bilderna i berättelsen med en speaker-röst. Funktionaliteten för detta utreddes men hann inte komma med i prototypen. Det bör däremot inte vara några större svårigheter att infoga denna funktion.

De svenska tecknen å, ä, och ö visas med felaktiga tecken. Detta är förmodligen ett problem med teckenkodningen, men har inte hunnit åtgärdats. Det är dock ett mindre problem. Även "Select picture" i galleriet där man väljer bilder, var en default-inställning i emulatorens som inte gick att ändra i programkoden.

En ytterligare synpunkt som framkom från IKT-pedagogerna var att den inskrivna bildtexten är för stor. Textstorleken ska kunna ställas in i applikationen av användaren.

5.3 Hur ser marknaden ut för en M-Learning applikation?

När det gäller ekonomiska aspekter vid eventuell vidareutveckling av en mobilapplikation för elever med dyslexi bör flera saker tas i beaktande, både företagsekonomiska och kommunala. Frågan är om det går att tjäna pengar på en sådan här applikation och om kommunen anser att ett sådant hjälpmedel är nödvändigt att finansiera.

5.3.1 Företagsekonomiska aspekter

När det gäller den företagsekonomiska aspekten är det inte troligt att exempelvis ett företag som Sogeti skulle tillverka en mobilapplikation för att sedan sälja på Android market, utan skulle snarare göra det som ett jobb åt Gävle kommun och där de betalar för Sogetis arbetade timmar.

Det finns inga större möjligheter för konsultföretag som Sogeti att tjäna pengar på en app, dels eftersom målgruppen är så liten, dels för att priserna för appar brukar vara ganska låga, och förtjänsten därmed blir låg. Affärsmodellen för appar är delvis annorlunda än för vanlig mjukvara.

Vem som äger källkoden är en avtalsfråga, men vanligtvis kan de göra som de önskar med den, samtidigt som Sogeti kan använda delar av källkoden i andra projekt. Det är kanske möjligt att tjäna in utvecklingskostnaden, men inte mer.

Mest troligt är att ett företag som redan sysslar med hjälpmedel för särskilda behov skulle göra en app som en förlängning av deras verksamhet [39].

5.3.2 Ekonomiska aspekter för skolan

Rektorerna på varje skola beslutar om vad som ska köpas in vad gäller tekniska hjälpmedel för barn med dyslexi. Skoldatateket jobbar med skolorna, och om en elev ansetts behöva ett hjälpmedel har det inte varit några problem med inköp, eftersom de varit så få. Men då har det gällt vanliga datorer, med t.ex. Daisy-läsar-program.

Det finns ingen pott för varje elev med dyslexi som går till hjälpmedel, det fanns dock förut, däremot skulle ett budgeterat utvecklingsprojekt för en mobilapplikation kunna ske.

IKT-pedagogerna Leif Holmgren och Per M. Eriksson [40] anser inte att det är lämpligt att eleverna använder sina egna telefoner, eftersom det då kan bli en klassfråga. Detta bör skolan, och därmed kommunen betala för.

Att leasa enheterna är mycket möjligt, eftersom mycket IT-utrustning redan införskaffas på detta sätt idag, även om det på senare tid har blivit ifrågasatt. Detta p.g.a. av att budgeten är planerad årsvis, och ett leasingavtal ofta kan sträcka sig över tre år, och att man inte vet hur ekonomin ser ut om t.ex. två år. De budgeterade pengarna kan ta slut, och så står man där med en massa leasade enheter som det inte finns pengar till.

Elever med dyslexi har enligt IKT-pedagogerna egna datorer med personliga inställningar och programvara. Det är rektorerna som köper in dessa datorer. I Gävle kommun finns det exempelvis fyra stycken bärbara datorer som lånas ut månadsvis och som är bestyckade med program för dessa elever.

Sammanfattningsvis kan sägas att IKT-pedagogerna på Gävle kommun anser att ett

utvecklingsprojekt som detta, bör ett hjälpmedel som detta bör införas med hjälp av ett budgeterat projekt, med enheter och som kommunen betalar [40].

5.3.3 Lansering

En möjlig lansering av en mobilapplikation för elever med dyslexi skulle kunna ske via ett flertal forum. IKT-pedagogerna [40] nämner följande exempel:

- Skoladateks nätforum (www.skoladatek.se)
- Socialpedagogiska skolmyndigheten (statlig myndighet)
- Särnät (särskolans nätverk i Sverige)
- Hjälpmedelsinstitutet (kunskapscentrum med Staten och Sveriges kommuner och landsting som huvudmän).

Kommunen har dock inget eget vinstintresse av detta, IKT-pedagogerna betonar att engagemanget att skapa användbara hjälpmedel för denna elevgrupp står i första rummet.

5.3.4 Svenska dyslexiföreningen

Vid kontakt med svenska dyslexiföreningen via e-post framkom åsikten att detta inte bör vara ett lämpligt hjälpmedel i skolan, eftersom det kräver att eleverna har smarta telefoner. Däremot kunde det vara ett lämpligt hjälpmedel för elever som studerade på egen hand. Dock erhöles inget svar på uppföljningsfrågor där syftet specificerades, varför man inte tog ställning till möjligheten att kommunen stod för finansieringen[40].

Svenska dyslexiföreningen är inte intresserad av att på något sätt "marknadsföra" ett sådant hjälpmedel, då man inte principiellt anser det vara lämpligt[41].

6 Diskussion

Det har genom denna utredning visats att M-Learning är ett växande forskningsområde. Med det stora genomslaget för smarta telefoner och surfplattor har möjligheterna för att tillämpa M-Learning, och utnyttja dess fördelar ökat avsevärt. Nedan kommer dels litteraturen och implementationen av prototypen att diskuteras.

6.1 Litteraturoversikten

Den litteratur som finns på området behandlar ofta integrerade M-Learning-system, med ett innehållshanteringssystem som sänder ut innehåll till mobila enheter, och inte sällan är dessa system forskningsprototyper som författarna skapat. Enskilda mobilapplikationer som är s.k. *content-based* förekommer sällan.

Det har framkommit uppenbara fördelar med M-Learning, men även nackdelar och begränsningar. Portabiliteten medför lärande var som helst, men också distraktion och speciella krav på användbarhet. Användbarhetsaspekter är på många sätt generella, men vissa specifika krav som gäller mobila enheter bör tas i beaktning, såsom begränsad skärmstorlek svårigheter med textinmatning.

När det gäller all applikationsutveckling bör hänsyn tas till att användare har olika behov och olika bakgrund, s.k. *universell användbarhet*. När det gäller utveckling av M-Learning-applikationer bör hänsyn tas till på vilket sätt applikationen ska användas.

6.2 Implementation av prototypen

Prototypen utvecklades under två veckor, samtidigt som en inlärningsprocess vad gäller funktionalitet i både Androids SDK, och i de programmeringstekniska möjligheter som finns med plattformen. Därför blev funktionaliteten begränsad, men det finns stora möjligheter att bygga vidare på prototypen och nå den grad av funktionalitet som anges i kravspecifikationen och användningsfallen. IKT-pedagogerna på Gävle kommun var positiva till en vidareutveckling, och hade även en del synpunkter på ytterligare funktioner.

En svårighet med en ljudande funktionalitet vad gäller bokstäverna är att en elev med dyslexi kan i vissa situationer få det svårt att höra hur ett ord skall bokstaveras. Allt beroende hur avancerad talsyntesen är.

En framtida utökning med Daisy-läsare kan leda till att prototypen skulle nå ut till en bredare användarskara. Detta eftersom Daisy-läsaren kan användas t.ex. som e-bok.

Emulatorn som finns i utvecklingsverktyget Eclipse har en del brister. Den är väldigt långsam att starta upp och köra program. En annan brist är att de färdiga paket/moduler som finns att använda sig av inte verkar klara av att göra en ljudinspelning och lagra den direkt på hårddisken. För att göra det krävs det en förflyttning av prototypen till en smartphone med Androidplattform. Där kan inspelningen göras och ljudfilen kan sedan lagras på SD-kort som finns på den smarta telefonen.

När prototypen testas med lärare och elever är det viktigt att använda sig av användbarhetstester. Detta ger då ett bra mått och en indikation på vilka brister som finns i prototypen.

Vi anser att Android SDK inte har kommit så långt i sin utveckling, jämfört med t.ex. iPhones utvecklingsplattform. T.ex. är den layout-editor som används i Eclipse inte särskilt

utvecklad, även om den förbättrats med senare versioner. Som redan nämnts är även emulatorn mycket bristfällig. Det positiva är dock att mycket funktionalitet finns inbyggd, t.ex. en talsyntes, och det är relativt enkelt att komma igång att programmera med hjälp av de guider (Android developer tutorials) som finns på den officiella hemsidan.

6.3 Hur prototypen följer användbarhetsprinciper

När det gäller de generella användbarhetsprinciper som formulerats av Nielsen och Shneiderman är det p.g.a. prototypens storlek och begränsade funktionalitet svårt att säga vilka riktlinjer som följts och inte.

När det gäller riktlinjen om återkoppling får användaren sådan redan när trycker på Spara bild. Medan bilden sparas på SD-kortet kommer texten "Bild sparas..." upp och när detta är klart texten "Bilden är sparad!". Den sista texten kan även i någon mån anknyta till riktlinjen om att ge användaren en känsla av att någonting är slutfört. För att påminna användaren om att den ska välja en bild kommer texten "Ingen bild är vald!" upp precis när man startar applikationen. Som tidigare påpekats är uppläsningen av den inskrivna texten i bilden, med hjälp av talsyntesen en form av återkoppling och ett sätt att göra misstag ogjorda.

När det gäller riktlinjen om enkel och naturlig dialog kan man hävda att huvudskärmen, och skärmen för att välja bild inte innehåller någon irrelevant information.

När det gäller riktlinjerna om konsistens, belastning på korttidsminne, att kunna göra misstag ogjorda, att designa för olika användare, att "tala användarens språk", att ha hjälp och dokumentation tillgänglig, samt att stödja den inre kontrollen, anser vi att prototypen är alldeles för begränsad för att kunna anknyta till dessa riktlinjer.

6.3.1 Användbarhetsprinciper specifika för M-Learning

Som tidigare nämnts är det svårt att passa in den prototyp som ska tillverkas i denna utredning i en enda kategori av de som presenterades av Deegan och Rothwell. En blandning mellan *content-based* och *supportive* torde vara en rimlig bedömning.

Inom kategorin *content-based* är ett användbarhetsmål att eleven ska kunna tillgodogöra sig lärandet i många olika miljöer. Eftersom tanken med prototypen är att man ska ta bilder på olika platser bör detta mål vara uppnått. Att kunna pausa och fortsätta lärandet utan att effektiviteten går förlorad bör också vara möjligt.

För applikationer inom kategorin *supportive* är det viktigt att den stödjande applikationen liknar "den verkliga världen" så mycket som möjligt. Den bör även vara integrerad med den traditionella lärandemiljön och inte vara distraherande. För att uppnå detta bör den "tala samma språk" som en riktig lärare. Här är det återigen svårt att bedöma om riktlinjerna har följts p.g.a. prototypens begränsade funktionalitet. Men uppenbart är att applikationen bör kunna integreras i den traditionella lärandemiljön utan att vara distraherande.

Sammanfattningsvis kan man säga att faktumet att prototypen har en begränsad funktionalitet, samt att den inte blivit testad är svårt att avgöra om användbarhetsriktlinjerna, både de generella och de som är specifika för M-Learning, har följts i någon större utsträckning.

7 Förslag till vidare forskning inom M-Learning för dyslexi

Det har identifierats en brist vad gäller förekomsten av både kommersiella mobilapplikationer som hjälpmedel för dyslektiker, och specifik forskning kring M-Learning för dyslexi. De flesta vetenskapliga artiklar på området rör integrerade M-Learning-system, och inte s.k. *content-based* applikationer, där innehållet och den enskilde eleven är i centrum. Det tycks alltså både finnas en brist på forskning kring enskilda ”appar” och M-Learning, samt M-Learning som riktar sig specifikt till elever med dyslexi. Kombination smarta telefoners multimodalitet med stöd för talsyntes bör kunna kombineras med exempelvis DAISY-läsare, och funktionalitet för ljudande av bokstäver, som kan hjälpa en dyslektiker med stavningen. Den prototyp som har utvecklats bör kunna fungera som en grund och inspiration till vidareutveckling.

8 Slutsatser

För att dra några slutsatser kommer här försök till svar på de forskningsfrågor som angavs i inledningen:

Vilka existerande hjälpmedel för dyslektiker finns idag?

De existerande hjälpmedel som finns för dyslektiker idag, är fokuserade på talsynteser. Förekomsten av mobilapplikationer för dyslektiker är tunn, och särskilt på svenska verkar det vara obefintligt.

Vilka perspektiv, både samhälls- och företagsekonomiska, bör man ta hänsyn till vid utvecklandet av en pedagogisk mobilapplikation?

När det gäller företagsekonomiska aspekter är det troligast att mindre företag som sysslar med att utveckla existerande stöd för dyslektiker, även skulle nischa in sig på mobilapplikationer för denna målgrupp. Affärsmodellen för mobilapplikationer är speciell, eftersom den vanligen innebär att en enskild användare laddar ner en ”app” från nätet för en kostnad från några kronor till flera hundratals kronor. Därför finns inte så stora möjligheter att tjäna några större summor pengar på applikationer för en begränsad grupp av användare.

När det gäller ekonomiska aspekter vad gäller skolväsendet måste rektor på varje skola besluta om budgeten anses räcka till inköp av mobila enheter samt applikationer. Det är inte troligt att elevernas egna enheter kommer att börja användas för M-Learning, eftersom det då lätt kan bli en klassfråga. Det troligaste är att det inom ramen för ett projekt köps in eller leasas enheter, och att utvecklingen av en mobilapplikation ingår i detta projekt. Fördelen med leasing är att man kan byta ut föråldrade enheter efter en tid, nackdelen är att leasingavtalen inte passar in i den kommunala budgetens kortsiktiga perspektiv. Enligt IKT-pedagogerna på Gävle kommun skulle det även vara möjligt att söka någon typ av fondanslag för M-Learning-projekt.

En lansering av en M-Learning-applikation skulle kunna ske på ett antal forum för att så många som möjligt skulle kunna dra nytta av den.

En öppen plattform som Android bör vara idealt när det gäller just skolväsendet, eftersom man då inte låser in sig en tillverkare av enheter, samt även slipper licensavgifter för utvecklingsverktyg om man utvecklar egna applikationer inom kommunen.

Hur bör en applikation för elever med dyslexi se ut?

Den bör använda sig av de multimodala möjligheter som finns, och naturligtvis av en talsyntes. Eftersom mycket av den traditionella klassrumsundervisningen och presentationen av skolarbete fortfarande sker med text, bör elever som har svårt med detta ha alternativ till att presentera sitt arbete och få utlopp för sin kreativitet. Därför bör bilder i kombination med inspelat ljud och talsyntes vara idealt.

9 Referenser

- [1] M. L. Crescente och D. Lee, "Critical issues of m-learning: Design models, adoption processes, and future trends", *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*, vol. 28, num. 2, ss. 111-123, 2011.
- [2] W. Anna, "Understanding Scalability and Sustainability in Mobile Learning?: A Systems Development Framework", Doktorsavhandling, Växjö University, School of Mathematics and Systems Engineering, 2009.
- [3] M. Melhuish och G. Falloon, "Looking to the future: M-learning with the iPad", <http://researchcommons.waikato.ac.nz/handle/10289/5050> (besökt 2011-03-28).
- [4] A. Botha, M. Herselman, och D. van Greunen, "Mobile user experience in a mlearning environment", Proceedings of the 2010 Annual Research Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists, s. 29–38, 2010.
- [5] S. Wendeson, W. F. W. Ahmad, och N. S. Haron, "Development of mobile learning tool", presented at the Information Technology (ITSim), 2010 International Symposium in, 2010, vol. 1, ss. 139-144.
- [6] C. Ardito, P. Buono, M. F. Costabile, R. Lanzilotti, och A. Piccinno, "Enabling Interactive Exploration of Cultural Heritage: An Experience of Designing Systems for Mobile Devices", *Knowledge, Technology & Policy*, vol. 22, num. 1, ss. 79-86, 2009.
- [7] G. BAI, "Mobile Phone Programming-Based on Mobile Sensor API for User Interface", <https://publications.theseus.fi/handle/10024/14108> (Besökt 2011-05-19).
- [8] J. Nielsen, "10 Heuristics for User Interface Design", *Useit.com*. http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html (Besökt 2011-05-13).
- [9] B. Shneiderman, *Designing the user interface : strategies for effective human-computer interaction*, 5e uppl. Upper Saddle River N.J.; London: Pearson Education, 2010.
- [10] B. Shneiderman, "Universal usability", *Communications of the ACM*, vol. 43, s. 84–91, Maj, 2000.
- [11] R. Deegan och P. Rothwell, "A Classification of M-Learning Applications from a Usability Perspective", *Journal of the Research Center for Educational Technology*, vol. 6, num. 1, 2010.
- [12] P. Jönsson och L. Gjedde, "Mobile Learning Environments – Educational report", <http://dspace.mah.se:8080/handle/2043/9339>, (Besökt: 2011-04-20).
- [13] A. Botha, D. Van Greunen, och M. Herselman, "Mobile human-computer interaction perspective on mobile learning", 2010.
- [14] V. Glavinic, S. Ljubic, och M. Kukec, "A Holistic Approach to Enhance Universal Usability in m-Learning", presented at the The Second International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies, 2008, ss. 305-310.
- [15] H. Johansson, Design av användargränssnitt för mobiltelefoner : En studie i utveckling och migrering av gränssnitt från datorer till mobiltelefoner. Linnaeus University, School of Computer Science, Physics and Mathematics, 2010.

- [16] J. Gong och P. Tarasewich, "Guidelines for handheld mobile device interface design", in *Proceedings of DSI 2004 Annual Meeting*, 2004, s. 3751–3756.
- [17] D. S. K. Seong, "Usability guidelines for designing mobile learning portals", in *Proceedings of the 3rd international conference on Mobile technology, applications & systems*, 2006, s. 25–es.
- [18] K. Y. Huang, "Challenges in human-computer interaction design for mobile devices", 2009, vol. 1.
- [19] T. Paek, K. Chang, I. Almog, E. Badger, och T. Sengupta, "A practical examination of multimodal feedback and guidance signals for mobile touchscreen keyboards", presented at the the 12th international conference, Lisbon, Portugal, 2010, s. 365.
- [20] "SICS › Mobile Learning Environment", <http://www.sics.se/projects/mle> (besökt 2011-05-12).
- [21] P. Jönsson m.fl., "Undervisning och nya medier - mobila enheter", <http://dSPACE.mah.se:8080/handle/2043/9306> (besökt 2011-04-23).
- [22] P. Hansson, K.-P. Åkesson, C. Ferguson, D. Karlsson, F. Zuta, och M. Mahkonen, *Mobile Learning Environments – Technical report*, <http://www.m-learningenvironments.com/data/pdf/Technicalreport.pdf> (besökt 2011-04-23).
- [23] C. Heath, *Mobile Learning Environments – Business report*, <http://www.m-learningenvironments.com/data/pdf/Businessreport.pdf>, (besökt 2011-04-23).
- [24] "Om dyslexi", Svenska Dyslexiföreningen, http://dyslexiforeningen.se/index.php?option=com_content&view=article&id=99&Itemid=55 (besökt 2011-05-13).
- [25] B. Druid-Glentow, *Forebygg och atgarda las- och skrivsvarigheter : metodisk handbok*, 1st uppl. Stockholm: Natur och kultur, 2006.
- [26] M. Ingvar, *En liten bok om dyslexi*, 1st uppl. Stockholm: Natur och Kultur, 2008.
- [27] B. Andersson, *Smart start vid lassvarigheter och dyslexi*, 1st uppl. Stockholm: Natur och kultur, 2006.
- [28] "CD-ORD", Elevdata, <http://www.elevdata.se/Produkter/Skol%C3%A4mnen/Svenska/CD-ORD.aspx> (besökt 2011-05-28).
- [29] "DAISY Digital Talking Book - Wikipedia, the free encyclopedia", http://en.wikipedia.org/wiki/DAISY_Digital_Talking_Book (besökt 2011-05-28).
- [30] "CapturaTalk | Assistive technology on the move", <http://www.capturataalk.com/> (besökt 2011-12-05).
- [31] "American Wordespeller – A Phonetic Dictionary App to Help Dyslexic Kids with Spelling - Fun Educational Apps: Best Apps for Kids iPhone - iPad - iPod Touch", <http://www.funeducationalapps.com/2011/02/american-wordespeller-a-phonetic-dictionary-app-to-help-dyslexic-kids-with-spelling.html#more> (besökt 2011-05-16).

[32] "American Wordspeller - Android Market",
https://market.android.com/details?id=us.wordspeller.americanWordspeller&feature=search_result (besökt 2011-05-16).

[33] T.-M. Grönli, J. Hansen, och G. Ghinea, "Android vs Windows Mobile vs Java ME: a comparative study of mobile development environments", in *Proceedings of the 3rd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, New York, NY, USA, 2010, s. 45:1–45:8.

[34] "What is Android?, "Android Developers",
<http://developer.android.com/guide/basics/what-is-android.html> (besökt 2011-05-16).

[35] S. Allen, V. Graupera, och L. Lundrigan, *Pro Smartphone Cross-Platform Development: iPhone, Blackberry, Windows Mobile and Android Development and Distribution*. Apress, 2010.

[36] M. Anvaari och S. Jansen, "Evaluating architectural openness in mobile software platforms", *Proceedings of the Fourth European Conference on Software Architecture: Companion Volume*, s. 85–92, 2010.

[37] M. Anvaari, "Architectural Support for Openness in Mobile Software Platforms",
<http://gupea.ub.gu.se/handle/2077/23502> (besökt 2011-05-01).

[38] M. Butler, "Android: Changing the Mobile Landscape", *Pervasive Computing, IEEE*, vol. 10, num. 1, ss. 4-7, 2011.

Intervjuer

[39] J. Lindh och F. Åström, "Sogeti", 18 maj 2011.

[40] L. Holmgren och P. M. Eriksson, "Gävle Kommun", 27 maj 2011.

Mail

[41] Sven Eklöf, "Dyslexiföreningen", 19 maj 2011.