

# Geofencing-teknik för synkronisering av en kontextmedveten ljudvandring

## Using Geofencing to Synchronize a Context- Aware Soundwalk

Oskar Zetterström

Amar Sadikovic

Datavetenskap

Kandidatexamen

180 hp

År 2018

Handledare: Agnes Tegen



# Sammanfattning

Människan har genom tiderna använt sig av många hjälpmedel för navigering, från att följa stjärnorna till dagens användning av "Global Positioning System" (GPS).

Föreliggande studie inriktar sig på kontextmedvetna ljudvandringar, exempelvis i form av en guidad tur genom en stad där rösten i ljudklippet berättar om sevärdheter i användarens närhet. Att spela upp ett enda sammanhängande ljudklipp för en hel ljudvandring ger utrymme för komplikationer. Ett problem som kan uppstå är att användaren går för fort eller för långsamt genom sträckan, resulterande i att användarens position inte överensstämmer med det ljudspåret berättar om. Med syfte att skapa en kontextmedveten ljudvandring presenterar studien förslag på en applikation som erbjuder en lösning på förevarande problem. Applikationen utvecklades i Android studio och tillämpar GPS-koordinater samt geofencing-teknik för att lokalisera användarens position. Varje geofenceområde har storleken 50x40 meter och konstrueras som en vandring. Områdena tilldelas ett specifikt ljudklipp som spelas upp när användaren befinner sig inom området. För att evaluera vår applikation utfördes användartester på en testvandring som placerades utanför Malmö universitet. Resultaten av användartesterna visar att deltagarna upplevde att ljudet stämde överens med den plats de befann sig på.



# Abstract

The humankind has used many tools to navigate, from following stars to using the Global Positioning System (GPS). This study focuses on context-aware soundwalks, e.g. it could be a guided tour through a city where the voice in the audio describes tourist attractions in the user's surroundings. Complications can arise when playing one continuous sound clip through an entire soundwalk. For instance, if the user is walking the distance too fast or too slow, resulting in the user's position not corresponding with the content in the audio track. In this paper we introduce an application that serves as a solution to the problems that may arise when creating context-aware soundwalks. The application was developed in Android studio and uses GPS coordinates and geofencing technology to determinate the user's location. Each geofence was given the size of 50x40 meters and together they form a soundwalk. The geofences were also assigned a specific audio clip that started playing when the user entered the geofence. To evaluate our application user tests were designed. The tests were conducted on a soundwalk located outside of Malmö University. Based on the results of our user tests the participants found that the sound was consistent with the place they were located.



## Innehåll

1 Inledning .....	1
1.1 Bakgrund .....	2
1.1.1 Ljudvandring .....	2
1.1.2 Geofence .....	2
1.1.3 Kontextmedvetenhet (Context-Awareness) .....	2
1.2 Forskningsfråga .....	3
1.3 Relaterat arbete .....	4
2 Metod .....	6
2.1 Användartester .....	6
2.2 Enkät .....	7
2.3 Val av testare .....	8
2.4 Metoddiskussion .....	8
2.5 Uppbyggnad av prototyp .....	8
2.5.1 Funktionalitet .....	9
2.5.2 Konstruktion av geofence .....	10
2.5.3 Ljudinspelning .....	10
2.5.4 Första versionen .....	11
2.5.5 Andra versionen .....	12
2.5.6 Tredje versionen .....	13
2.6 Avgränsningar .....	13
3 Resultat och analys .....	15
4 Diskussion .....	17
4.1 Liknande applikationer .....	17
4.2 Alternativa lösningar .....	17
4.3 Vidareutveckling .....	18
5 Slutsats .....	20
Referenser .....	21





# 1 Inledning

I dagens samhälle har smartphones blivit allt mer populära och år 2016 ägde 8 av 10 svenskar en smartphone [1]. Med ett stigande antal smartphoneanvändare så ökar också efterfrågan av olika typer av applikationer på marknaden.

Redan innan smartphones lanserades har kontextmedvetna guider varit populära, inte minst i museum där man ofta gett besökare tillgång till en enhet för att kunna spela upp ljud för specifika utställningsobjekt [2]. I en tidig studie redan från 1997 konstruerades en av de första kontextmedvetna guiderna i en handhållen enhet [3]. I de förevarande mobilapplikationerna på marknaden handlar det oftast om att ta del av en sevärdhet på en specifik plats, som kan innehålla en ljuduppspelning eller bara information om sevärdheten i text. Podwalk är ett exempel på en sådan applikation [4]. Podwalk finns tillgänglig i IOS och används främst på museum och i andra sammanhang där man vill placera ut ljud för en viss plats eller sevärdhet [5]. En annan nämnvärd applikation är izi-travel som också används som turistapplikation i Malmö [6].

Vår studie är delvis baserad på Lars Holmbergs applikation SoundTracker, som i sin tur är en variant av ljudvandringssapplikationen för Android [7] [8]. Holmberg använder sig av en lösning som tillämpar GPS-koordinater för att spela upp ljud på specifika platser.

Att endast spela upp ett löpande kontextmedvetet ljudklipp för en specifik ljudvandring kan leda till problem. En komplikation kan vara att ljudet inte överensstämmer med vandringen och den plats man befinner sig på. Det kan handla om ett hinder under vandringen, exempelvis ett trafikljus som gör att användaren hamnar efter i ljudspåret. Användarens rörelsehastighet har också påverkan på ljud och plats, eller att användaren exempelvis väljer att gå en annan väg än vad vandringen är avsedd för. I vår studie vill vi därför undersöka om man kan uppnå en förbättrad synkronisering av ett förutbestämt ljud för en specifik geografisk plats. Vi har följaktligen valt att konstruera en prototyp i Android studios som har som syfte att med hjälp av geofencing-teknik kunna leverera en kontextmedveten ljudvandring med synkroniserat ljud och plats [9]. Med synkronisering menas att användaren ska få känslan att den del av ljudet som spelas upp har betydelse för platsen som hen befinner sig på.

## 1.1 Bakgrund

Inspiration till vår studie kommer från Lars Holmbergs applikation SoundTracker som handlar om ljudvandringar [7]. I Holmbergs applikation finns möjlighet för användaren att själv skapa en ljudvandring och därefter kan även andra användare välja att genomföra sträckan. I ett tidigt moment i föreliggande studie utfördes testning på Holmbergs applikation för en bättre förståelse kring ljudvandringar. I applikationen identifierades problem med att skapa ljudvandringar, framför allt i att synkronisera ljud och plats. Ett problem uppstod när användaren färdades i en annan hastighet än personen som spelade in ljudvandringen. Ljudspårets beskrivningar överensstämde då inte längre med platsen som skulle beskrivas. Ytterligare ett problem är om användaren avviker från den sträcka för vilken ljudvandringen är avsedd, eftersom ljudklippet då kommer fortsätta spelas upp trots att platsen är lämnad.

I följande avsnitt presenteras begrepp som används i studien. De begrepp som kommer förklaras är vad en ljudvandring är och vad tekniken geofence innebär. Vi beskriver också vad som menas med kontextmedvetenhet vilket är en central del i studien.

### 1.1.1 Ljudvandring

I vår forskning syftar ljudvandring på kombinationen ljud och vandring, exempelvis genom att använda tal som guide för en person genom en stad full av sevärdheter. Avsikten är att användaren ska kunna gå en förutbestämd vandring och kunna uppleva att ljud och plats stämmer överens.

### 1.1.2 Geofence

Geofence är ett utstakat geografiskt område. Genom en GPS-enhet kan man avgöra om en användare går in alternativt går ut ur ett geofenceområde. Med den informationen kan man sedan utföra händelser i enheten, exempelvis starta ett ljudklipp när användaren inträder ett specifikt geofenceområde. "Geofencing combines awareness of the user's current location with awareness of the user's proximity to locations that may be of interest" [10].

### 1.1.3 Kontextmedvetenhet (Context-Awareness)

Det finns många definitioner på kontextmedvetenhet och ett flertal studier som syftar till att utvärdera begreppet [11] [12]. I en studie som kretsar kring kontextmedvetenhet beskrivs det som "Context-awareness, the ability of a device or program to sense, react or adapt to its environment of use, is a key technology in ubiquitous, handheld and wearable computing" [13]. De likheter man kan se mellan studierna är att kontextmedvetenhet handlar om att system inhämtar information från sin omgivning för att kunna anpassa sig efter den. Man kan exempelvis utnyttja sensorer i mobiltelefonen, såsom kamera eller mikrofon för att samla information kring enhetens omgivning.

Ett exempel på hur en applikation kan göras kontextmedveten är i en väderapplikation, där applikationen hämtar GPS-koordinater för användarens geografiska position för att sedan förse användaren med information om hur vädret ser ut på den plats hen befinner sig. Ett annat exempel på en existerande applikation är Google Maps, där användare kan få en mängd information om deras omgivning [14]. Sådan information kan vara vilka restauranger som ligger i närheten, omgivningens hållplatser och tider för lokaltrafiken. Den information som ges ut är oftast anpassad till den specifika användaren, exempelvis kan applikationen komma ihåg vilka bussar eller tåg som användaren har åkt med innan och därigenom ge adekvat information om tidtabellen för just de rutterna. Det som definierar kontextmedvetenhet i ovan nämnda exempel är följaktligen applikationernas förmåga att inhämta användbar information om omgivningen för att ge användaren en anpassad och adaptiv upplevelse.

I vår applikation innebär kontextmedvetenhet att information i form av mobiltelefonens GPS-koordinater inhämtas för att fastställa användarens geografiska position. Därefter spelas ett ljudklipp som är anpassat för den aktuella platsen. Syftet med att kombinera plats och ljud är här att skapa en guddad vandring där inspelade rösten i ljudet beskriver omgivningen och pekar ut sevärdheter vid användarens position

## 1.2 Forskningsfråga

Vår studie bygger på att konstruera en kontextmedveten ljudvandring för en Androidsmartphone, där ljuduppspelningen och användarens placering upplevs tidsmässigt anpassad. Att endast spela upp ett löpande ljudklipp för en specifik ljudvandring kan leda till problem. Det kan vara att ljudet inte överensstämmer med vandringen och den plats användaren befinner sig på. Det kan handla om ett hinder under vandringen, exempelvis ett trafikljus som gör att användaren hamnar efter i ljudspåret. Användarens rörelsehastighet har också påverkan på ljud och plats, eller att användaren exempelvis väljer att gå en annan väg än vad vandringen är avsedd för. I vår studie undersöktes om det är möjligt att uppnå en förbättrad synkronisering av ljud och plats för en kontextmedveten ljudvandring med hjälp av geofencing-teknik. Därav besvaras följande forskningsfråga.

- På vilket sätt kan man använda sig av geofencing-teknik för att skapa en ljudvandring i en kontextmedveten Android applikation där användaren upplever att ljud och plats stämmer överens?

## 1.3 Relaterat arbete

Det finns en hel del forskning att förhålla sig till inom området kontextmedvetna interaktiva system och guidade turistvandringar. Ett kontextmedvetet system handlar om att information inhämtas från den geografiska plats där användaren befinner sig, exempelvis information i form av GPS-koordinater som applikationen använder sig av för att visa temperaturen i omgivningen. Ett flertal studier inom området behandlar sevärdheter i exempelvis museum, men även historiska platser runtom i världen [2] [15]. De flesta använder en applikation som förser användaren med information om sevärdheten då de befinner sig i närheten. Ytterligare exempel på en applikation som fungerar kontextmedvetet är en som guidar användaren till den närmsta busstation och förser med platsrelaterad information [16].

I en studie utvecklades en turistapplikation, där användaren kunde finna sevärdheter i närheten [17]. För att ringa in en "point of interest" (POI) så användes geofencing för att avgöra när en användare befann sig i området. När användaren gick in i området spelades ett ljudklipp upp som var specifikt för en sevärdhet. Genom geofencing erhöles en träffsäkerhet på 100 % med en marginal på 5 till 15 meter från geofenceområdet [17].

Att använda sig av just POI's utforskades även i en annan forskningsartikel där man designade en applikation som låter användaren placera ut sina egna POI's på en karta [18]. Man kunde därefter själv infoga information och bilder på platserna och även andra användare kunde ta del av informationen. Det som skiljer sig från den tidigare nämnda turistapplikationen [17] är att man inte behöver vara inom det aktuella området för att ta del av informationen utan användaren kan från vilken plats som helst trycka på en POI för att ta del av informationen. Det har heller inte inkluderats någon ljuduppspelning i denna applikation, men studien nämner som en möjlig fortsatt riktning för forskningen att implementera ljudinspelningar för POI's [18].

I en liknande forskningsartikel som använder sig av geofencing designades en applikation för ambulanser [19]. Syftet var att få ambulanser att snabbare ta sig fram i trafiken genom att kombinera geofencing med trafikljus. När en ambulans färdas in i ett geofenceområde som kopplats till trafikljus så ska trafikljuset slå om till grönt för ambulansen och behålla grönt ljus tills ambulansen har lämnat geofenceområdet [19].

Man har även undersökt vad användare tycker om olika metoder att presentera ljud och utställningsföremål [2]. I den första metoden så använde man det traditionella tillvägagångssättet med endast en knappsats och ett nummer för varje utställningsföremål. I övriga metoder fick användaren utöver knappsatsen även tillgång till en karta över muséet, med och utan automatisk lokalisering. Med automatisk lokalisering kunde gästerna se var i muséet de befann sig och därmed hitta intressanta utställningsföremål i närheten [2]. Ett annat sätt för att presentera utställningsföremål på museum är att använda sig av RFID teknik för att lokalisera användarens position [20]. I denna forskning har även språkmöjligheter inkluderats för att användare ifrån olika länder ska kunna ta del av information [20].

I en ytterligare konferensartikel utvecklas en påminnelse-applikation som använder sig av en kombination mellan WLAN och GPS teknologi för att avgöra om en användare

befinner sig nära en förutbestämd plats [21]. När användaren befinner sig i närheten av platsen så skickas en notis ut till användarens Android-smartphone för att påminna om en tidigare notis användaren valt att lägga till [21].

Det finns en mängd studier att ta del av när de kommer till kontextmedvetna guideapplikationer. En del av studierna kretsar kring användandet av geofencing och ”point of interests” för att ge användaren platsbaserad information. I tidigare nämnd forskning framgår inte hur en kontextmedveten ljudvandring kan skapas. Vi vill följaktligen i vår studie undersöka om det kan åstadkommas genom användning av geofencing-teknik. En ljudvandring kan fungera som en guidad vandring genom en stad för en besökare som vill utforska på ett enkelt och tillgängligt sätt. Det kan också vara ett sätt för användare att skapa sina egna vandringar och dela med vänner. Vännerna får då genomföra vandringen på ett liknande sätt som vännen som skapade den och på det sättet dela upplevelsen.

## 2 Metod

Vår forskning inriktar sig på att utveckla en applikation, även benämnd artefakt, med underlag från Oates beskrivning av "design and creation" [22]. Vi följde den iterativa processen som beskrivs i fem steg, "awareness", "suggestion", "development", "evaluation" och "conclusion". Utvecklingen av applikationen förklaras i de tre versionen vi itererade genom. Efter varje version utvärderade vi applikationen och identifierade problem som åtgärdades inför nästa version. Applikationens syfte är att skapa en kontextmedveten ljudvandring med hjälp av geofencing-teknik. Efter utvecklingsfasen har vi valt att evaluera vår applikation genom användartester följt av enkäter [22]. I detta avsnitt diskuteras hur metoderna genomfördes i studien samt alternativa metoder.

### 2.1 Användartester

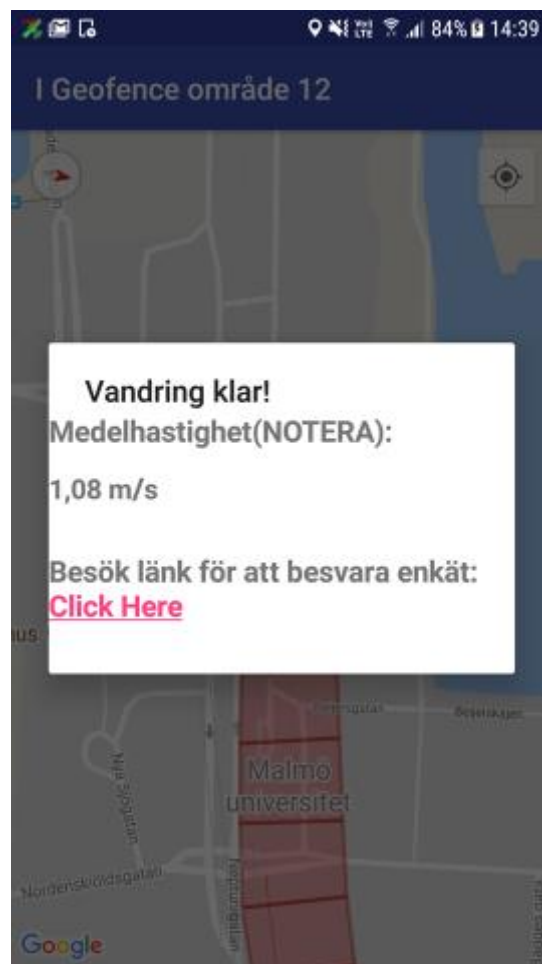


*Figur 1: Vandrigen som användes för användartesterna*

Ljudvandringen i studien går ut på att användaren rör sig genom geofenceområdena för att ta del av de ljudklipp som är kopplade till respektive område. Under användartesterna genomförde deltagarna vandrigen medan de lyssnade på ljud som beskrev deras omgivning, exempelvis så kunde en specifik byggnad namnges när

deltagaren passerade den. Detta för att deltagarna lättare skulle kunna uppfatta och bedöma om ljudet hamnade på rätt plats. Instruktionerna som gavs till testdeltagarna före vandringen beskrev kortfattat funktionaliteten för applikationen och hur vandringen skulle genomföras. Instruktioner som gavs var bland annat vilken plats de måste befinna sig på för att starta vandringen och att de skulle försöka gå i deras vanliga gånghastighet. I användartesterna har en testversion av en ljudvandring skapats. Vandringen skapades i Malmö och sträckte sig från Centralstationen i Malmö till universitetshuset Gäddan, via Niagara (se Figur 1). Sträckan beräknas vara ca 480 meter lång. I testerna deltog totalt 11 personer i åldrarna 20-30 år. Alla deltagare i användartesterna var studerande på ett datavetenskapligt program. Deltagarna fick före testerna en skriftlig introduktion med tillhörande instruktioner för att förstå förfarandet samt syftet med testningen.

## 2.2 Enkät



*Figur 2: Länk till enkät som användes för att undersöka användarens upplevelse av vandringen*

Efter att ljudvandringen slutförts svarade deltagarna på en enkät angående deras upplevelse av vandringen. De fick tillgång till enkäten genom en länk som visades i applikationen vid slutet av vandringen (se Figur 2). Vi valde att använda oss av Google forms för hantering av vår enkät som var formad runt fyra avsnitt: generell information, upplevelse, avvikande från vandring och ej genomförbar vandring [23].

Första avsnittet av enkäten, generell information, används för att få en uppfattning om medelhastighet, enhetsmodell och genomförbarhet. Andra avsnittet används för att analysera hur användarna upplevde synkroniseringen mellan ljud och plats. Tredje avsnittet används för att analysera om en användare befann sig utanför ett geofenceområde och anledningen till det. Sista delen i enkäten var för att utreda vad som kunde stå till orsak om en användare inte kunde slutföra vandringen.

## 2.3 Val av testare

Deltagarna för användartesterna bestod av andra studenter på Malmö Universitet som läser vid fakulteten för teknik och samhälle inom ett datavetenskapligt program. Detta eftersom applikationen som skapats i studien endast är en prototyp och fokuserar på det tekniska snarare än på användarvänlighet. Därför lämpar sig bättre med deltagare som är vana vid Android och kan förstå hur applikationen fungerar i bakgrunden.

## 2.4 Metoddiskussion

”Design and creation” var det självklara valet av metod eftersom syftet med forskningen är att ta fram en prototyp och testa den [22]. Det fanns däremot större utrymme för diskussion i valet av datainsamlingsmetod. Vi bestämde oss för att använda oss av enkäter som insamlingsmetod och därmed samla in enkätsvar i samband med användartester, vilket bedömdes vara ett effektivt sätt att inhämta resultat.

Genom att använda Googles formulärfunktion så fick deltagarna alternativet att besvara enkäten direkt efter vandringen [23]. Det är en gynnsam lösning eftersom deltagaren annars kan glömma viktig feedback om enkäten besvaras vid ett senare tillfälle. Ett annat alternativ hade kunnat vara att använda sig av kvantitativa eller kvalitativa intervjuer som insamlingsmetod för användartesterna. I ett sådant scenario hade det emellertid krävts att både deltagaren och forskaren befunnit sig på plats samtidigt för att kunna utföra intervjun. Det hade blivit mer tidskrävande för både deltagare och forskare. Ytterligare en anledning till att undvika intervjuer är att tanken med vandringen är att deltagaren ska få uppleva den i sitt eget tempo och testa gränser inom applikationen. En närvarande forskare hade eventuellt kunnat utgöra hinder för deltagarens egen upplevelse och därmed kunnat påverka resultatet [22].

## 2.5 Uppbyggnad av prototyp

I vår applikation ämnade vi följaktligen att lösa ovan nämnda problem. Vi valde att konstruera vår applikation för Android [8]. De gjorde vi genom Android-studio, som är Androids egna utvecklingsverktyg för applikationer [9]. Mobilmodeller som användes under utvecklingen av studiens prototyp var en Samsung S7 och en av modellen



OnePlus 5. Under prototypuppgbyggnaden utfördes testvandringar och optimering av våra geofenceområden, det gjordes genom en iterativ process. Efter varje version utvärderade vi applikationen och identifierade problem samt fastställde vad som behövde åtgärdas i nästa version. Som hjälp under utvecklingen har vi även noterat GPS-koordinater under testvandringarna för att få en bättre uppfattning om hur stora geofenceområdena bör vara. I detta avsnitt beskrivs utförligt uppbyggnaden och funktionaliteten av prototypen samt en diskussion avseende vilka begränsningar och utmaningar vi stötte på under arbetets gång.

### 2.5.1 Funktionalitet



*Figur 3: Illustration av hur färg används för att visa hur en användare rör sig genom geofenceområden*

Applikationens funktionalitet baseras på geofenceområden (se Figur 3). En vandring går ut på att användaren rör sig genom bestämda geofenceområden för att ta del av de ljudklipp som är kopplade till respektive område. Vi bestämde oss för att tillskriva våra geofenceområden olika färger för att ge användaren en tydligare bild var hen ska förflytta sig under en ljudvandring.

Ett blåmarkerat geofence är ett område som användaren ska röra sig mot. När

användaren sedermera träder in i ett blått område så väntar applikationen på att föregående ljuduppspelning ska spelats färdigt innan det nyligen inträdda blåa områdets ljudklipp börjar spela. Ett grönt område står för ett område som har passerats eller där ljudet spelas upp just nu.

Ett rött område är inaktivt och blir blått när användaren ska röra sig mot det. Om användaren befinner sig utanför de blåa eller gröna aktiva området så pausas ljudet och vandrigen. Området som ljudet då spelats upp i blir gult tills användaren väljer att gå tillbaka in i området för att på så sätt återuppta vandrigen. Ljudet pausas för att vandrigen strävar efter kontextmedvetenhet och syftar därmed till att ljudklippet som spelas upp alltid ska överensstämma med platsen som användaren befinner sig på.

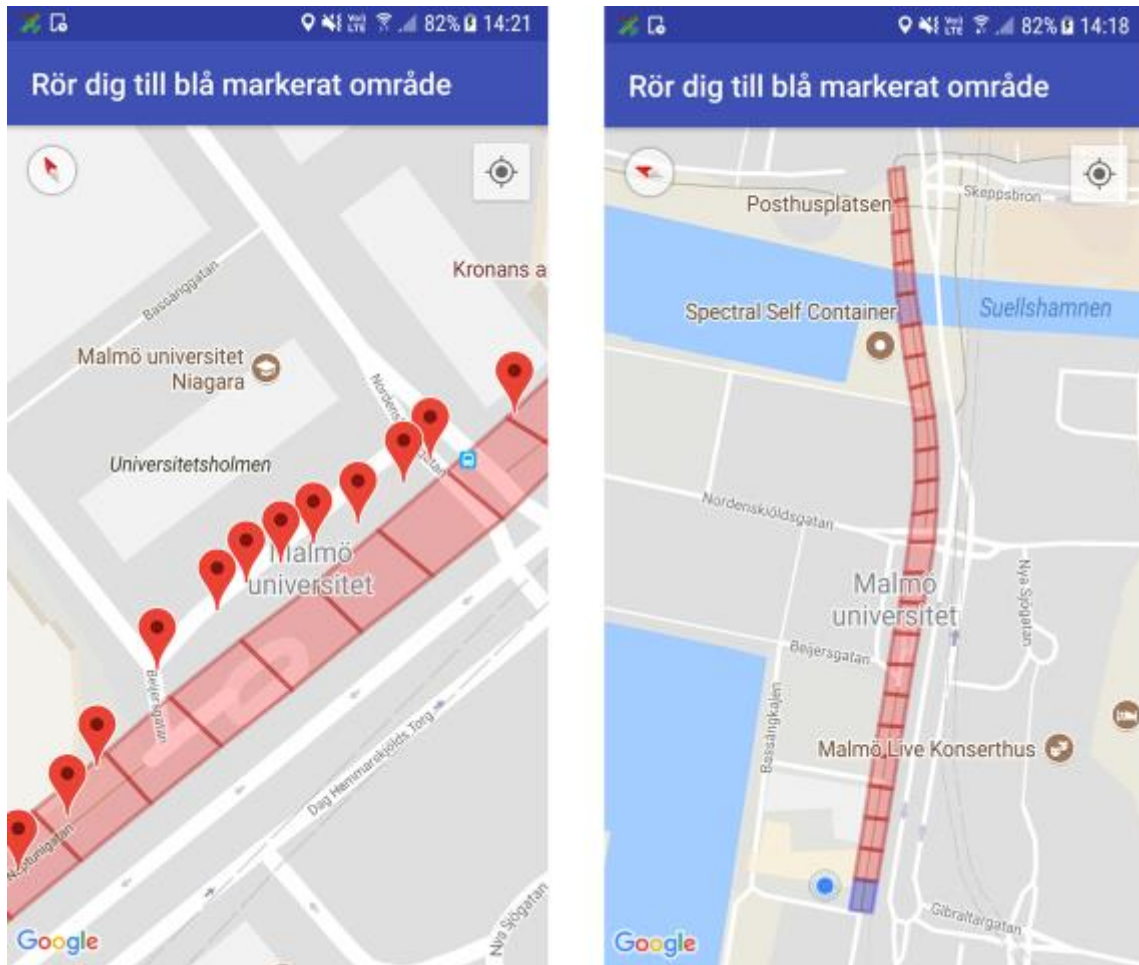
### 2.5.2 Konstruktion av geofence

Konstruktionen av geofencing började i Androids egna geofencetillägg. Efter testning insåg vi att Android endast tillhandahåller cirkulära geofences och erbjuder inget enkelt sätt att placera ut rektangulära områden [10]. Därför bestämde vi oss för att skapa egna geofences genom att placera ut polygoner med fyra latitud- och longitudkoordinater som bildar en rektangel. För att skapa geofenceområdena tog vi hjälp av ett internetverktyg FreeMapTools som ger möjlighet att placera ut koordinater och beräkna avstånden mellan dessa [24].

### 2.5.3 Ljudinspelning

Eftersom vi beslutat oss för att skapa en kontextmedveten vandring spelade vi in ljudet till vår testvandring medan vi själva gick den. Under inspelningen uppmärksammade vi olika sevärdheter vi såg för kunna avgöra om användarna skulle uppleva att ljudet stämde överens med den plats de befann sig på. Totalt blev hela vandrigen ljudinspelning ca sex minuter lång och delades upp på tolv geofenceområden. Därmed blev längden på samtliga ljudklipp ungefär 30 sekunder långa. Vi tog hjälp av ljudverktyget Audacity för att dela upp ljudklippet i vandrigen [25]. Under delning av ljudinspelningen tog vi hänsyn till om en mening skulle komma att ligga på gränsen mellan två tilltänkta ljudklipp på 30 sekunder, detta för att säkerställa så att vi inte delade ett ljudklipp mitt i en mening.

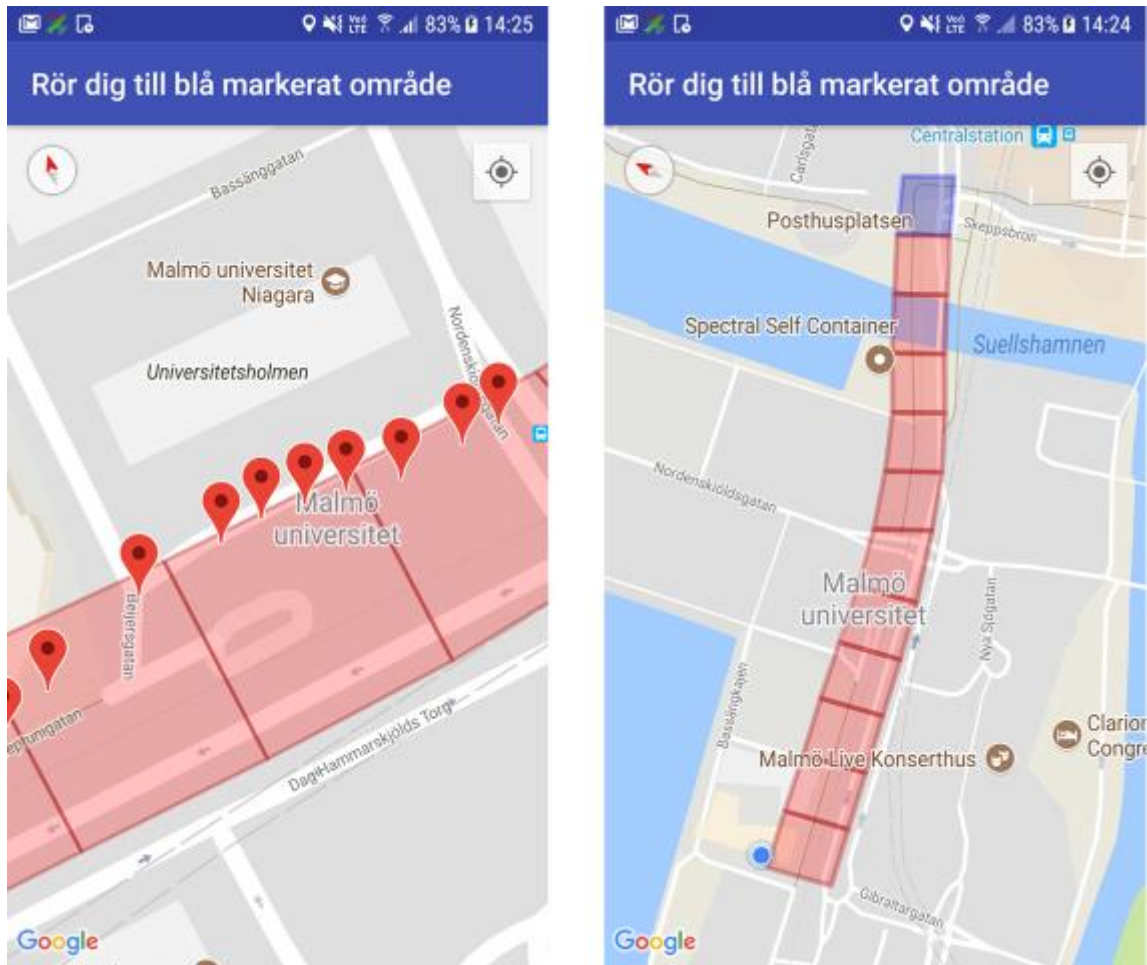
## 2.5.4 Första versionen



*Figur 4: Första versionen av applikationen*

Under första versionen gjorde vi en egen uppskattning av hur stora geofenceområdena bör vara. Den första vandringen placerades från Gäddan till centralstationen i Malmö. Totalt blev det 24 områden som var ca 10x20 meter stora och sträckte sig ca 480 meter. Efter första testet insåg vi att områdena var för små och behöver korrigeras eftersom vi hamnade utanför geofenceområdena under testvandringen. Den position där vi hamnade längst utanför området var vid Niagara (se Figur 4).

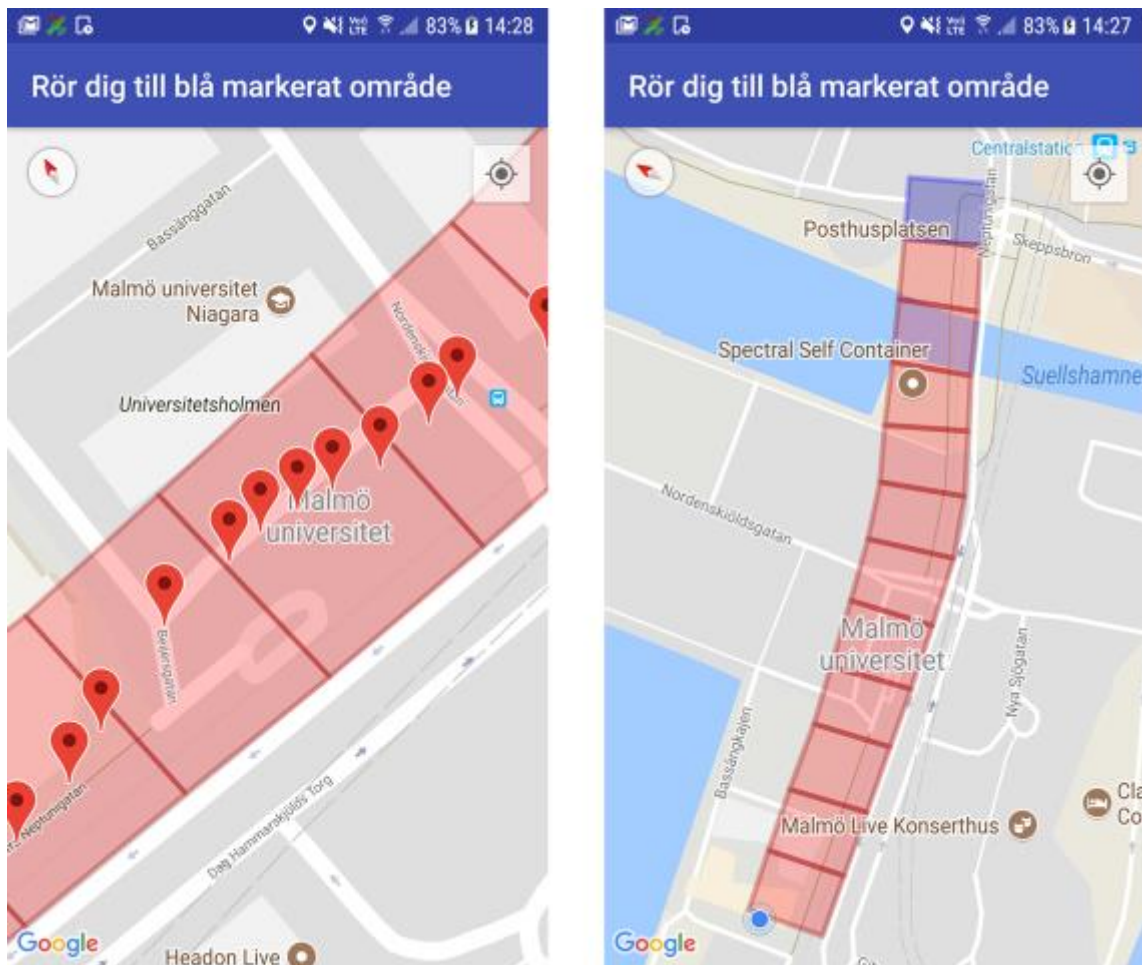
### 2.5.5 Andra versionen



*Figur 5: Andra versionen av applikationen*

I andra versionen korrigerades vandringsruten, vi bestämde oss för att öka områdena till en storlek på 40x40 meter och därmed halverades antalet geofenceområden till 12. Längden på vandringsruten kvarstod på ca 480 meter, vi bestämde oss emellertid för att justera vandringsruten så den skulle komma att börja vid centralstationen istället för Gäddan. Detta gjordes eftersom det bedömdes mer bekvämt för testdeltagarna att påbörja vandringsruten från centralstationen. När vi testade den andra versionen av applikationen så insåg vi att vi vid Niagara befann oss precis vid kanten av geofenceområdet (se Figur 5).

### 2.5.6 Tredje versionen



Figur 6: Tredje versionen av applikationen

Slutligen utfördes ett par ytterligare förbättringar för att färdigställa applikationen inför användartesterna, vilka innefattade en ökning av geofenceområdena på ca 10 meter i bredd samt att flytta områdena närmare byggnaderna (se Figur 6). Geofenceområdena blev följaktligen ca 50x40 meter stora, längden på hela vandringen kvarstod på ca 480 meter. Efter våra egna tester kunde vi inte observera några komplikationer med den tredje versionen och bestämde således att den var redo för användartester.

## 2.6 Avgränsningar

Utvecklingen av prototypen hade fokus på funktionalitet snarare än gränssnittsdesign. Det beror på att det viktiga i forskningen inte anträffas i applikationens utseende utan i huruvida geofence-teknik kan användas för att skapa en kontextmedveten ljudvandring. Därför bestämde vi oss för att inkludera andra studenter som också studerar en datavetenskaplig utbildning i våra användartester, totalt deltog 11 personer. Applikationens utseende och användarvänlighet behöver vidareutvecklas och studeras noggrannare innan testning med mindre datakunniga slutanvändare kan ske. Med en

sådan testgrupp hade man även kunnat testa applikationen på fler testdeltagare och därmed få en högre träffsäkerhet och ett mer generaliserbart resultat.

Vår applikation testar enbart en ljudvandring i form av en raksträcka vid Malmö Universitet för att kunna utforma en så simpel första prototypvandring som möjligt. Att skapa fler varierande vandringar, som exempelvis vandringar på andra geografiska platser hade möjligtvis genererat ett annat resultat eftersom noggrannheten för GPS kan variera beroende på vilken plats man befinner sig.



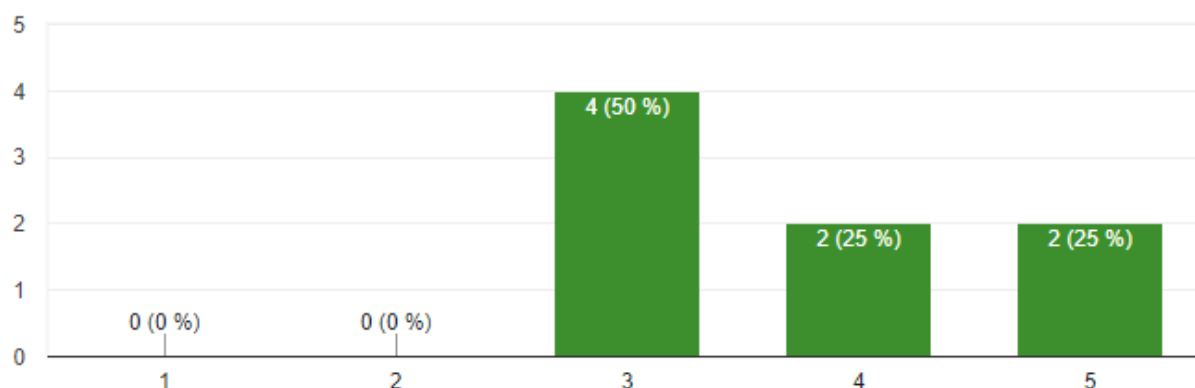
### 3 Resultat och analys

I vår forskning utvecklades en prototyp för Android i syfte att undersöka om förbättringar inom synkronisering av ljud och plats för en kontextmedveten ljudvandring kan uppnås med hjälp av geofencing-teknik. Vi utförde 11 användartester av applikationen med andra studerande inom en datavetenskaplig utbildning. Efter att deltagarna hade slutfört testet samlade vi med hjälp av enkäter in data om hur de hade upplevt ljudvandringen.

$$\text{Genomförbarhet} = \frac{\text{Genomförbara testvandringar}}{\text{Antalet testvandringar}} \times 100\%$$

*Figur 7: Formel för genomförbarheten med testvandringar*

För att räkna ut vilken genomförbarhet vi hade under testerna använder vi ekvationen ovan (se Figur 7). Från användartesterna kunde 8 av 11 slutföra vandringen vilket ger en ~72,7% genomförbarhet. Noterbart för de som inte kunde slutföra användartestet är att alla använde sig av mobilmodellen Xiaomi Red note 4. Användarna av den mobilmodellen kommenterade att noggrannheten för GPS var försämrad vilket resulterade i att enheten inte läste in rätt position och de kunde därför inte genomföra vandringen. Applikationen utvecklades med hjälp av Samsung S7 och OnePlus 5, därmed kunde komplikationer med andra mobilmodeller inte förutsägas. Vid exkludering av tester utförda med mobilmodellen Xiamoi Red note 4 så uppnår våra användartesterna en genomförbarhet på 100 %.



*Figur 8: Resultat av frågeställning i användartestet: Upplevde du att ljud stämde överens med platsen du befann dig på?*

Överlag var de användare som kunde slutföra vandrigen nöjda med synkroniseringen av ljud och plats. Två av användarna påpekade att ljudet hade viss fördröjning i de första geofenceområdena av vandrigen men att när de kom längre in i vandrigen blev synkroniseringen bättre. En användare kommenterar "Överlag bra, men i början var det lite efter". Att ljuduppspelningen fördröjs i början kan bero på att användarnas startpositioner inom de första geofenceområdet, som är 50x40 meter stort, skiljde sig åt. Med ett mindre startområde för vandrigen hade man möjligtvis undvikit det eftersom det första ljudklippet då hade startat på en mer specifik geografisk punkt. Det hade då inte funnits lika stort utrymme för användare att träda in för sent i det första geofenceområdet och därmed riskera att det första ljudklippet följer med in i nästa område. I enkäten hade vi även inkluderat svarsalternativ för hur användaren upplevde att ljudet stämde överens med den plats de befann sig på. Det besvarades genom en skala på ett till fem där fem är mycket bra. Medelvärde från deltagarna på denna fråga var 3.75 (se Figur 8).

Av de som kunde genomföra vandrigen så hamnade tre deltagare utanför ett geofenceområde under sin ljudvandring. Det gällde geofenceområde fem och sex, vilka ligger i ett område där miljön skiftar tvärt från öppna platser och låg byggnation till tätt stående höghus. Eventuellt skulle detta kunna ligga till grund för att GPS-mottagningen där försämrats och deltagare försätts utanför de aktuella geofenceområdena. För att fastställa orsaken bakom komplikationen skulle det emellertid krävas ytterligare studie och observation av höghusens eventuella inverkan på resultatet. En åtgärd skulle därefter kunna vara utökat geofenceområde vid de aktuella koordinaterna. Alla användare som hamnade utanför områdena kunde återuppta vandrigen kort därefter och således slutföra vandrigen.

Eftersom deltagarna uppfattade att synkroniseringen av ljud och plats fungerade bra så kom vi fram till att geofencing-teknik kan användas som en lösning för en kontextmedveten ljudvandring. Däremot behövs vidareutveckling av konceptet samt utökad testning. En mer avancerad inspelningsmetod till en ljudvandring kan leda till bättre synkronisering, men också bättre användarupplevelse. En deltagare i testet nämner att man skulle kunna spela in ljudet i en studio eller liknande för att få ett tydligare ljud och mindre brus i bakgrunden.



## 4 Diskussion

I följande avsnitt tar vi upp liknande applikationer och studier som utförts tidigare samt identifierar skillnader i vår lösning. Vi diskuterar även vår prototyp och det resultat vi kommit fram till mer djupgående samt avhandlar alternativa lösningar på de problem som kan uppstå i kontextmedvetna ljudvandringar.

### 4.1 Liknande applikationer

Inspiration till vår studie kommer från Lars Holmbergs applikation SoundTracker [7]. I Holmbergs applikation finns möjlighet för användaren att själv skapa en ljudvandring och därefter kan även andra användare välja att genomföra sträckan. Applikationen använder GPS-koordinater för att kartlägga vandringen och varje fastställd GPS-koordinat är förenad med ett specifikt ljudklipp. Att genomföra vandringen kräver således att användaren rör sig genom GPS-koordinaterna för att på så sätt starta ljudspåren.

I vår studie har vi utvecklat en applikation liknande Holmbergs, men med skillnaden att vi tar hjälp av geofences för att avgöra var användaren befinner sig under vandringen. Varje geofenceområde är tilldelat ett specifikt ljudklipp, därmed används geofenceområdena på ett liknande sätt som GPS-koordinater används i Holmbergs applikation (se 2.5 Uppbyggnad av prototyp). Genom användningen av geofencing-teknik i vår studie löser vi problemen som identifierades i Holmbergs applikation. Det kan exempelvis vara att ljudspåret avsett för en GPS-koordinat fortsätter spelas upp även om användaren valt att gå en annan väg än den som är avsedd för vandringen.

Utöver Holmbergs applikation fann vi i vår systematiska litteraturstudie ytterligare två liknande applikationer. De applikationerna använde sig också av geofencing, men med syfte att ringa in ett område där en "point of interest" finns [17] [18]. Den största skillnaden mellan de två föregående applikationerna och vår är att deras funktion är att använda endast ett område, en "point of interest", för att spela upp ett ljudklipp om den specifika sevärdheten. Vi använder istället ett flertal geofenceområden för att skapa en sammanhängande vandring genom dem.

### 4.2 Alternativa lösningar

I vår studie valde vi att ta hjälp av geofencing för att undersöka om den tekniken skulle vara en ändamålsenlig lösning för att skapa en kontextmedveten ljudvandring. Under utvecklingen av vår prototyp diskuterades emellertid även alternativa lösningar för att få upplevelsen av ljud och plats att stämma överens. En av de alternativa lösningar som avhandlades avsåg att påskynda uppspelningen av ljud, alternativt fördröja det beroende på hastigheten i vilken användaren färdas. Det vill säga om användaren förflyttar sig i en högre hastighet än vad vandringen är ämnad för så påskyndas

uppspelningen av ljud med avsikten att användaren inte ska hamna före ljudet i vandrigen. Ett problem som kan uppstå med den lösningen är att ljudet blir obegripligt om det spelas upp med en annorlunda hastighet. Lösning valdes följaktligen bort eftersom kvalitén på ljudet är central för en ljudvandring.

### 4.3 Vidareutveckling

Resultatet i föreliggande studie visar att geofencing-teknik är en möjlig lösning för att skapa kontextmedvetna ljudvandringar. Vidareutveckling av konceptet är emellertid ett krav för att uppnå ett bredare resultat, exempel på en sådan vidareutveckling är att utföra ytterligare tester på ett flertal geografiska platser. Vår applikation är endast testad vid Malmö Universitet som är en tät stadsmiljö. Genom att undersöka fler platser hade det möjliggjort ytterligare inhämtning av adekvat information om hur geofenceområdena bör utformas för att fungera på platser med bättre respektive sämre GPS-mottagning.

Vidare hade ytterligare tester på hur man skapar geofenceområden kunnat utföras. I vår applikation handplockade vi manuellt GPS-koordinater som användes för att bygga upp ljudvandringen. En potentiell vidareutveckling är att utforma en automatiserad metod för inhämtning av koordinater och på så sätt effektivisera processen med att bygga upp vandringar. Det hade kunnat åstadkommas i samband med inspelningen av en ljudvandring eftersom ljudklippen är kopplade till geofenceområdena. Under utvecklingen hade vi två idéer på hur en sådan metod skulle kunna uppnås.

Den första idén till ett tilltänkt automatiserat tillvägagångssätt var att själva gå vandrigen geografiska distans medan applikationen spelar in ljudet. Det med avsikt att applikationen under vandrigen gång även inhämtar startpositionens GPS-koordinat samt koordinater för slutet av varje geofenceområde. Utslaget hade blivit en linje av GPS-koordinater som man sedan kunnat skapa geofenceområden kring. I vår applikation har vi skapat geofenceområdena som fyrsidiga polygoner och endast testat områdena placerade längs en raksträcka. Eftersom vi tidigare nämnt valt att manuellt inhämta GPS-koordinater för att placera ut geofenceområdena hade det inte utgjort någon större utmaning att även utforma en kurvad vandring. Genom att istället använda en automatiserad metod skulle det däremot bli mer komplicerat att finna en lösning på hur man gör en bågformad eller kurvad vandring genom just fyrsidiga geofenceområden. En kurvad vandring skulle kunna uppfattas som missformad, särskilt om man inte avslutar ett geofenceområde just i kurvan. Skulle området avslutas bredvid eller före kurvan finns risk för att geofenceområdet skulle skära över svängen och därmed exempelvis placera sig över byggnader. En lösning på det problemet är att skapa geofenceområdena i form av en polygon med fler hörn för att täcka kurvan. Det kräver emellertid inhämtning av fler GPS-koordinater under inspelning av vandrigen.

Ytterligare faktorer som kan påverka en lösning som går ut på att skapa vandrigen automatiserat, medan man går vandrigen tilltänkta geografiska sträcka, är GPS-mottagningens noggrannhet. Det är viktigt att GPS-koordinaterna hamnar på precis rätt geografisk plats för att applikationen i efterhand ska kunna efterlikna vandrigen som skaparen har gått.

Att spela in ljudvandringen medan man går den kan även det innebära komplikationer eftersom det kan orsaka brus eller bakgrundsljud i ljudfilen och ljudkvalitén kan då bli försämrad och uppfattas som störande. Detta är även något som en deltagare i vår studies användartester kommenterade. Vår andra idé var följaktligen att skapa ljudspåret för vandringen hemifrån alternativt en i studio för att på så sätt kunna garantera en tydlig och enhetlig ljudbild. Att spela in ljudet separat hade exempelvis kunnat utföras med ett externt verktyg till applikationen i vilket skaparen först konstruerar sin vandring och sedan spelar in ljudet hemifrån eller i studio. Ljudspåret måste således beräknas bli lika långt som tiden det tar för en person att gå ljudvandringens distans. Att spela in ljudet separat kan emellertid försvåra syftet med en kontextmedveten ljudvandring. Eftersom skaparen inte befinner sig på den geografiska platsen vid inspelningen finns risken att viktiga detaljbeskrivningar av omgivningen oavsiktligt försummas.

## 5 Slutsats

I föreliggande studie utvecklades en Android applikation i syfte att skapa en kontextmedveten ljudvandring där användaren upplever att ljudet stämmer överens med den plats hen befinner sig på. En potentiell ljudvandring hade exempelvis kunnat vara en guidad tur genom en stad där rösten i ljudklippet berättar om sevärdheter i användarens omgivning. Med metoden att endast spela upp ett ljudklipp från en specifik startposition kan komplikationer uppstå, exempelvis att användaren går iväg från det område ljudvandringen är avsedd för. Det skulle innebära problem eftersom användaren då inte längre befinner sig på samma geografiska plats som ljudklippet berättar om och innehållet blir således irrelevant för omgivningen. Ett annat problem kan vara att användaren går för fort eller för långsamt genom vandrings, även det resulterande i att ljudspåret inte stämmer överens med platsen. I vår applikation har vi tagit hjälp av geofence-teknik för att lösa dessa problem och undersöka om användare upplever att ljud och plats stämmer överens.

Sammanfattningsvis visade studiens resultat att geofencing-teknik kan användas som en lösning för att skapa kontextmedvetna ljudvandringar och kan således fungera som ett svar på ovanstående problem. Geofenceområden i form av firsidiga polygoner med storleken 50x40 meter skapades och placerades ut vid Malmö universitet. En ljudfil spelades in för ljudvandringen och delades därefter upp i mindre delar för att förenas med respektive geofenceområde. För att evaluera vår applikation utfördes användartester som slutligen visade att användarna upplevde att applikationens ljud och plats stämde överens.

För framtida forskning finns områden som behöver utforskas mer djupgående. I vår studie undersöker vi endast en vandring i form av en raksträcka utanför Malmö universitet som är en tät stadsmiljö. Genom att undersöka fler platser hade man kunnat få en bättre uppskattning på hur geofenceområdena bör formas för att fungera för en plats med bättre respektive sämre GPS-mottagning. Det behövs också ett förbättrat och automatiserat sätt att skapa ljudvandringar och dess geofenceområden. Man hade även kunnat undersöka hur man kan på ett automatiserat sätt skapa vandringar genom att själv gå dem och spela in ljud samtidigt som geofenceområdena skapas. Då vi från våra användartester fått feedback angående kvalitén på vår inspelning behöver man också se över alternativ för ljudinspelning. En ljudvandring där ljudspåret innehåller mycket brus och försämrade kvalité kan upplevas som störande för användaren.

# Referenser

- [1] P. Davidsson och O. Findahl, "Undersökning om svenskarnas internetvanor," Internetstiftelsen i Sverige, Sverige, 2016.
- [2] P. Wacker, K. Kreutz, F. Heller och J. Borchers, "Maps and Location: Acceptance of Modern Interaction Techniques for Audio Guides," i *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA, 2016.
- [3] G. D. Abowd, C. G. Atkeson, J. Hong, S. Long, R. Kooper och M. Pinkerton, "Cyberguide: a mobile context-aware tour guide," *Wireless Networks*, vol. 3, nr 5, pp. 421-433, 1997.
- [4] "Podwalk," [Online]. Available: <http://podwalk.org/>. [Använd 14 April 2018].
- [5] "Apple," [Online]. Available: <https://www.apple.com/>. [Använd 14 April 2018].
- [6] "Izi Travel," [Online]. Available: <https://www.izi.travel/en>. [Använd 14 April 2018].
- [7] L. Holmberg, "SoundTracker," [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=se.mah.iotap.soundtracker>. [Använd 14 April 2018].
- [8] "Android," [Online]. Available: <https://www.android.com/>. [Använd 14 April 2018].
- [9] "Android Studio," [Online]. Available: <https://developer.android.com/index.html>. [Använd 14 April 2018].
- [10] "Android Geofencing," [Online]. Available: <https://developer.android.com/training/location/geofencing.html>. [Använd 14 April 2018].
- [11] W. Liu, X. Li och D. Huang, "A survey on context awareness," i *Proceedings of International Conference on Computer Science and Service System (CSSS)*, Nanjing, China, 2011.
- [12] D. Anind K, "Understanding and Using Context," *Personal Ubiquitous Computing*, vol. 5, nr 1, pp. 4-7, 2001.
- [13] J. Pascoe, N. Ryan och D. Morse, "Issues in Developing Context-Aware Computing," i *Proceedings of the International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing*, Berlin, 1999.
- [14] Google, [Online]. Available: <https://cloud.google.com/maps-platform/>. [Använd 11 06 2018].
- [15] D.-J. Park, S.-H. Hwang och A.-R. Kim, "A Context-Aware Smart Tourist Guide Application for an Old Palace," i *Proceedings of 2007 International Conference on Convergence Information Technology*, Gyeongju, 2007.

- [16] J.-Y. Choi, J.-H. Jung, S. Park och B.-M. Chang, "A Location-Aware Smart Bus Guide Application for Seoul," i *Proceedings Third 2008 International Conference on Convergence and Hybrid Information Technology*, Busan, South Korea, 2008.
- [17] N. D. Priandani, H. Tolle, A. G. Hapsani och L. Fanani, "Malang historical tourism guide mobile application based on geolocation," i *Proceedings of the 6th International Conference on Software and Computer Applications*, New York, NY, USA, 2017.
- [18] P. Silapachote, A. Srisuphab, R. Satianrapapon, W. Kaewpijit och N. Waragulsiwan, "A Context-Aware System for Navigation and Information Dissemination on Android Devices," i *2013 IEEE International Conference of IEEE Region 10 (TENCON 2013)*, 2013.
- [19] S. Noei, H. Santana, A. Sargolzaei och M. Noei, "Reducing Traffic Congestion Using Geo-fence Technology: Application for Emergency Car," i *Proceedings of the 1st International Workshop on Emerging Multimedia Applications and Services for Smart Cities*, New York, NY, USA, 2014.
- [20] D. Saranyaraj, "The Virtual Guide For Assisted Tours Using Context," i *Proceedings 2013 International Conference on Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition*, Coimbatore, India, 2013.
- [21] C.-Y. Lin och M.-T. Hung, "A location-based personal task reminder for mobile users," *Personal and Ubiquitous Computing*, vol. 18, nr 2, pp. 303-314, 2014.
- [22] B. J. Oates, *Researching Information Systems and Computing*, London: SAGE Publications, 2006.
- [23] "Google Forms," [Online]. Available: <https://www.google.com/forms/about/>. [Använd 14 April 2018].
- [24] "FreeMapTools," [Online]. Available: <https://www.freemaptools.com/>. [Använd 14 April 2018].
- [25] "Audacity," [Online]. Available: <https://www.audacityteam.org/>. [Använd 16 April 2018].