



**KTH Computer Science  
and Communication**

# Navigering baserat på spatialt ljud

Duis autem vel eum iruire dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat,  
vel illum dolore eu feugiat null

MAX KROG  
JOHAN TORELL

Examenrapport vid NADA  
Handledare: Emma Frid  
Examinator: Sten Ternström

TRITA xxx yyyy-nn



# Referat

Här ska en sammanfattning på svenska stå.

# Abstract

## Navigation based on spatial sound

Abstract in english.

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>1</b>
1.1	Begreppsdefinitioner . . . . .	1
1.1.1	Sonifiering . . . . .	1
1.1.2	Spatialt ljud . . . . .	2
1.1.3	Binauralt ljud . . . . .	2
1.1.4	Uppfångsradi . . . . .	2
1.2	Bakgrund . . . . .	2
1.3	Syfte . . . . .	2
1.4	Problemformulering . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Teori/Litteratur</b>	<b>3</b>
2.1	Binauralt ljud och HRTF . . . . .	3
2.2	Navigering med ruttpunkter . . . . .	3
2.3	GPS . . . . .	4
2.4	Absolut och relativ bäring . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Prototypen</b>	<b>5</b>
3.1	Spatialisering av ljudkällan . . . . .	5
3.2	Förenklingar . . . . .	6
3.3	Utvecklingsstudie . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Metod</b>	<b>7</b>
4.1	Definitioner . . . . .	7
4.2	Huvudsaken . . . . .	8
4.2.1	Bevis . . . . .	8
<b>5</b>	<b>Resultat</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>Diskussion</b>	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>Slutsats</b>	<b>13</b>
	<b>Bilagor</b>	<b>13</b>



# Kapitel 1

## Inledning

*I detta avsnitt redogörs för de observationer som lett fram till denna undersökning samt undersökningens syfte, frågeställning och förklaringar av specifika uttryck som används i uppsatsen.*

Moderna kartapplikationer har blivit allt mer avancerade och tillgängliga, något som lett till att personer med tillgång till en internetuppkopplad smartphone med GPS har bra möjligheter till att navigera till valfri plats i världen. Det enda kravet är att personen i fråga har välfungerande syn samt viss teknikvana.

Informationen kommuniceras idag främst via visuella medel, såsom en karta där användarens position samt förslagna navigering visas med ett grafiskt interface. Användaren behöver inte själv veta vart den befinner sig då moderna smartphones med hjälp av GPS kan ta reda på detta med en precision av några få meter.

Samtidigt som företag som Google och Apple jobbar för att kartlägga världen och tillhandahålla navigeringstjänster gratis till sina användare, så har det inom den akademiska världen gjorts flera studier på hur navigeringsdatan kan förmedlas till användaren på ett annat sätt än via ett grafiskt interface. Huvudområdena är framförallt via vibrotaktil samt audiell feedback. Denna studie är inriktad på det senare området och målet är att undersöka hur väl den senaste forskningen kan omsättas i en modern smartphone utan tillgång till någon extern hårdvara.

Avsikten är att helt eliminera den visuella feedbacken och med hjälp av spatialiserat ljud guida användaren via så kallade ruttpunkter samt att göra detta tillgängligt för alla med en smartphone.

### 1.1 Begreppsdefinitioner

*Här definieras de centrala begreppen för denna uppsats*

#### 1.1.1 Sonifiering

Sonifiering är att använda sig av ickeverbalt ljud för att förmedla information. (?)

### 1.1.2 Spatialt ljud

Ljud i 3D-rummet.

### 1.1.3 Binauralt ljud

Ljud från två källor som simulerar ljud i 3D-rummet (spatialt ljud).

### 1.1.4 Uppfångsradi

Uppfångsradien är radien på den cirkel kring en ruttpunkt vid vilken användaren anses vara framme vid ruttpunkten. Denna parameter behöver vara väl avvägd för att förhindra att användaren går förbi ruttpunkten och på så sätt behöver vända om för att registrera att den nått sitt mål. Om uppfångsradien är för stor blir problemet istället att navigeringen tappar precision. (Walker et al, 2004)

## 1.2 Bakgrund

## 1.3 Syfte

Syftet med denna undersökning är att undersöka hur väl lämpat ett system för att kommunicera navigationsdata via sonifierat ljud är för användning i verkligheten. Tidigare studier visar att fotgängare som tittar ner i sin smartphone beter sig mer riskfullt och är mindre uppmärksamma på sin omgivning (?). Att kommunicera navigationsdatan via ljud skulle alltså leda till säkrare omständigheter för människor som navigerar.

## 1.4 Problemformulering

Vi vill i undersöka om det med hjälp av dagens smartphones går att implementera ett användbart system för navigation där all information när användaren i form av spatialt ljud. Problemformuleringen denna rapport utgår från är:

**Vilka möjligheter och begränsningar kan finnas med en navigationstjänst baserad på spatial sonifiering av navigationsdatan för en modern smartphone.**

Under arbetet kommer vi även utgå från följande frågeställningar:

- Vilka rekommendationer för uppfångsradi av ruttpunkter kan vi ge i detta sammanhang?
- Hur påverkas ruttpunkternas placering möjligheten till effektiv navigering?
- Är användarna efter test av tekniken villiga att fortsätta använda den?



## 1.4. PROBLEMFORMULERING

### 1.4.1 Avgränsningar

- Smartphonen är i denna studie en iPhone 6 med iOS 9.0.
- Deltagarna i studien är alla medieteknikstudenter vid Kungliga Tekniska Högskolan.
- Navigeringen i undersökningen kommer enbart att utföras till fots.



## Kapitel 2

# Teori/Litteratur

Aliquam et ante. Vivamus ultricies, neque eget iaculis interdum, lacus quam hendrerit sapien, vel posuere justo nulla vitae arcu. Morbi magna. Aliquam erat volutpat. Aenean mattis consequat nibh. Donec lobortis sapien a enim. Cras mattis ultricies mi. Quisque venenatis. Phasellus risus justo, vulputate non, tristique in, tristique vel, neque. Phasellus pretium, dui nec dapibus laoreet, ligula enim laoreet eros, tempus interdum massa turpis quis dolor. Etiam ultricies condimentum neque. Maecenas pellentesque. Duis tortor. Aliquam ac dolor. Vestibulum nisl. Nunc facilisis tincidunt mi. Morbi feugiat velit vitae velit. Suspendisse potenti. Maecenas eget ante. Maecenas blandit, urna at varius lacinia, lorem purus ullamcorper risus, non pretium arcu libero at odio.

### 2.1 Binauralt ljud och HRTF

Vestibulum dolor dolor, interdum eu, iaculis scelerisque, auctor at, mi. Nullam ut erat quis sem bibendum dignissim. Vestibulum volutpat nisl in tortor. Etiam pretium nulla et elit. Integer tortor. Ut metus ligula, egestas non, ornare vel, bibendum eu, urna. Pellentesque rutrum dui vel orci. Aliquam lacus lacus, varius a, sodales vitae, egestas a, purus. Integer varius venenatis odio. Pellentesque dui mauris, lacinia in, placerat lobortis, tempor ac, lectus.

### 2.2 Navigering med ruttpunkter

Sed lobortis neque non mauris. Maecenas rhoncus tempor justo. Nunc vel diam at dolor luctus tincidunt. Ut egestas. Aliquam eu turpis eu nisl ultricies sollicitudin. Donec erat odio, fermentum id, malesuada id, viverra vitae, lorem. Morbi scelerisque sagittis enim. Donec non ante sed neque dictum consectetur. Etiam bibendum odio quis est. Quisque mollis magna et odio. Nunc nulla. Suspendisse magna felis, tincidunt in, blandit non, tempus vel, orci.

## 2.3 GPS

Sed laoreet tellus in massa. Fusce egestas dapibus wisi. Pellentesque sit amet nulla. Donec dignissim rutrum urna. Integer et mi at urna viverra vestibulum. Nullam justo tortor, vulputate nec, porta non, consequat ac, lectus. Sed ligula. Nullam tristique. Nullam pulvinar. Morbi at elit et lacus tristique nonummy. Vivamus nunc ante, imperdiet at, luctus non, aliquam a, neque. In interdum sapien et wisi. Curabitur ipsum justo, consequat eget, viverra eu, porta vel, lacus. Suspendisse potenti. Proin wisi. In tristique neque at ipsum. Phasellus ac justo eu nibh faucibus lobortis. Vestibulum lorem.

Duis blandit est id diam. Sed aliquet semper arcu. Curabitur sed eros ut neque eleifend sagittis. Cras lacinia, nisl a sagittis scelerisque, nibh risus varius pede, ac interdum lacus lorem quis quam. Mauris sit amet orci a ligula porttitor nonummy. Aliquam malesuada turpis at diam semper vestibulum. Phasellus ullamcorper. Aenean ultrices lacus a diam lobortis posuere. Duis porttitor euismod turpis. Ut sem nulla, porta vel, lacinia eget, rutrum non, justo. Phasellus risus sem, placerat at, sodales ac, viverra vitae, magna. Fusce non magna. Mauris varius vestibulum eros. Nullam nec quam in tortor ultrices varius. Nulla tempus lectus ut tortor.

Ut vestibulum diam in lacus. Aenean vestibulum bibendum dolor. Praesent in wisi. Aenean ornare faucibus orci. Donec mattis magna et dui. Nullam vestibulum lobortis nibh. Etiam ultrices lorem nec est. Duis ut nisl. Vivamus risus. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Suspendisse sagittis, dolor eget ullamcorper elementum, sem erat sagittis dolor, sit amet tincidunt quam neque consectetur quam. Maecenas at quam. Etiam gravida. Sed nec enim. Fusce pulvinar. In pede metus, lobortis a, ullamcorper quis, commodo vitae, turpis. Maecenas sed mi sit amet odio suscipit ornare. Phasellus pede arcu, elementum sed, elementum eu, viverra et, ligula. Aliquam metus nisl, convallis et, ultrices vel, consequat quis, felis. Aenean gravida euismod urna.

## 2.4 Absolut och relativ bäring

Aliquam quis nibh quis justo elementum viverra. Vestibulum ipsum. Integer sit amet urna id lorem condimentum pretium. Nam adipiscing lobortis purus. Donec at libero id augue interdum vulputate. Curabitur imperdiet suscipit metus. Curabitur ac quam sed lacus accumsan posuere. Quisque pharetra mi sit amet enim. Curabitur quis elit. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sed ultricies aliquet lorem. Proin posuere tincidunt diam. Donec quis orci non leo elementum nonummy. Donec urna lectus, fringilla at, tempus id, auctor a, wisi. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Suspendisse blandit. Nam wisi. Phasellus egestas lacus ut lorem. Suspendisse sapien. Fusce non dolor ac odio tempus placerat.

## Kapitel 3

# Prototypen

Vestibulum sollicitudin magna quis ipsum. Phasellus nec dolor. Quisque laoreet, mi et porttitor tincidunt, leo mauris ultrices purus, eget tempus orci neque vel sapien. Pellentesque tempus pulvinar diam. Ut eleifend posuere lectus. Maecenas at justo vel lorem auctor pellentesque. Cras mattis laoreet ante. Mauris vitae sem et tellus gravida ornare. Donec a risus. Pellentesque ac nunc at leo tempus sagittis. Morbi enim. Sed nibh quam, fermentum id, hendrerit id, semper et, metus. Nullam congue enim id eros. Phasellus facilisis mollis mi. Nam laoreet cursus justo. Curabitur placerat varius lectus.

### 3.1 Spatialisering av ljudkällan

Donec viverra, velit non dapibus consectetur, est tellus porta orci, vel convallis elit tortor sed massa. Aliquam erat volutpat. Nullam et nibh. Nunc posuere. Nullam vulputate convallis ligula. Integer lorem wisi, porta eget, placerat quis, sollicitudin vitae, diam. Maecenas non tellus in tellus mollis placerat. Aenean eget ligula. Suspendisse bibendum eros non orci. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Quisque id tellus ac est suscipit sodales. Curabitur placerat, odio ut cursus accumsan, libero lectus consectetur risus, at lobortis ligula nibh quis odio. Phasellus ac nibh. Vivamus a lectus ut pede scelerisque aliquam. Sed vestibulum erat vitae nunc. Quisque non neque.

Aliquam augue. Mauris ipsum wisi, luctus et, volutpat non, tincidunt ac, augue. Morbi posuere diam nec arcu. In ut mi sit amet turpis fermentum posuere. Maecenas in lorem. Maecenas tincidunt accumsan odio. Nulla mauris. Cras ac elit eget tortor vulputate venenatis. Nam quam urna, consequat nec, dictum sed, mollis nec, justo. Ut velit. Nunc nibh arcu, consequat at, venenatis eu, ultrices cursus, lectus. Sed blandit blandit ante. Praesent in nisl. Nullam nibh erat, ornare quis, iaculis in, imperdiet id, ligula. Nullam odio velit, semper ac, lobortis sed, rhoncus vitae, dolor. Duis ultricies libero sed velit. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Morbi vestibulum magna a purus.

## 3.2 Förenklingar

In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse sit amet dolor a wisi auctor interdum. Duis ut diam ut arcu sodales pulvinar. Etiam a ligula. Proin arcu. Fusce pulvinar porta felis. Vestibulum vulputate. Nullam posuere, nunc ac rhoncus auctor, dolor risus vestibulum nibh, non fringilla nunc nibh quis lacus. Suspendisse scelerisque pellentesque felis. Suspendisse nisl nibh, viverra sit amet, lobortis in, commodo ac, arcu. Aenean blandit erat nec magna. Praesent fermentum.

## 3.3 Utvecklingsstudie

Sed consectetur vestibulum risus. Fusce eget ligula. Maecenas felis dui, posuere a, accumsan quis, fringilla ac, est. Morbi vestibulum, orci vel luctus cursus, lectus dui interdum wisi, nec posuere metus nibh vitae sapien. Praesent quis mi at libero volutpat vehicula. Nulla facilisi. Vivamus dapibus venenatis eros. Integer tristique lacinia mauris. Ut vulputate faucibus mi. Morbi pretium pellentesque mi. Aliquam in sapien sed sapien ultricies feugiat. Sed et est a velit lacinia convallis. Etiam velit nisl, vehicula nec, sagittis et, porta sed, sapien. In dignissim. Sed ligula mauris, lobortis eget, scelerisque id, vestibulum et, lorem. Mauris consequat metus nec risus. Nulla auctor nulla id dolor.

In hac habitasse platea dictumst. Proin aliquam tincidunt risus. Mauris ipsum. Suspendisse lectus. Quisque at augue. Praesent adipiscing tortor vel dolor. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Nulla neque. Sed at orci. Fusce vestibulum aliquam libero. Nam adipiscing, metus sit amet aliquam pulvinar, magna nunc tristique pede, pellentesque porta erat eros eget odio. Aenean turpis tortor, porta vel, vestibulum a, imperdiet eget, wisi. Curabitur massa risus, consectetur at, hendrerit eu, convallis non, libero. Etiam nulla tortor, pharetra ut, bibendum et, molestie nec, sapien. Nullam sollicitudin. Fusce sit amet nunc nec ipsum vehicula bibendum. Maecenas eu lacus. Nulla interdum, neque sit amet pharetra interdum, erat pede eleifend lectus, ac consectetur purus urna quis wisi. Integer pretium nunc ut dui.

## Kapitel 4

# Metod

Ut iaculis fermentum augue. Maecenas vel pede. Nunc enim odio, commodo vitae, faucibus vel, ultricies vitae, mauris. Duis vitae nibh a nunc consequat bibendum. Nam tincidunt libero sodales dolor. Aliquam tempus, mi vitae ultrices facilisis, nibh lacus cursus wisi, at tristique mi odio eget nulla. Donec lectus risus, mollis bibendum, suscipit nec, aliquam quis, eros. Donec tortor. Duis blandit condimentum orci. Quisque in ante vitae risus rutrum feugiat. Nulla sapien. Proin ipsum nibh, condimentum at, ullamcorper vel, bibendum et, elit. Etiam malesuada eros sit amet pede. Duis arcu. Fusce a mi.

Donec in elit. Integer leo. Curabitur ornare volutpat erat. Vestibulum lacinia, eros sit amet dictum consectetur, neque eros auctor elit, et mollis felis metus a ligula. In lacinia sapien sed dolor. Maecenas non magna id wisi dapibus dignissim. Suspendisse fringilla diam at lacus. Praesent sit amet lorem. Vivamus fermentum, felis at vehicula semper, leo elit pulvinar neque, quis posuere ipsum elit eu odio. Donec et dui non quam sodales interdum.

### 4.1 Definitioner

Aenean posuere velit eget magna. Sed neque tellus, tempor eget, mollis eget, pulvinar sed, elit. Phasellus feugiat mattis tortor. Nulla sed massa quis lacus tincidunt hendrerit. Praesent aliquet tristique arcu. Vestibulum sed est at odio blandit porttitor. Quisque a justo. Nunc a libero. Curabitur ut libero quis orci tempor interdum. Quisque luctus pede vel mauris. Donec velit. Vestibulum placerat pulvinar elit. Aliquam erat volutpat.

Fusce tristique enim eget est. Donec vulputate, tortor vel dapibus pretium, pede ante sagittis ligula, eu tempus lorem eros sit amet elit. Pellentesque pede pede, sodales id, nonummy eget, condimentum ut, urna. Quisque sed metus nec lorem imperdiet eleifend. Phasellus non massa vel leo pretium tristique. Ut feugiat accumsan magna. Nulla lectus risus, ultricies id, suscipit ac, commodo sed, nulla. Donec neque eros, sollicitudin sit amet, mollis sit amet, bibendum ac, sem. Aliquam sed nisl id diam vestibulum accumsan. Integer purus quam, commodo id, placerat ut, malesu-

ada id, magna. Suspendisse elit turpis, vehicula eu, imperdiet et, aliquet ac, risus. Nulla mollis nibh sit amet magna. Nullam dui pede, volutpat in, tempus eu, rhoncus eget, orci. Pellentesque in neque. Nunc eu pede ut sem tempus dictum. Donec vel mauris placerat lorem consectetur sollicitudin. Praesent ultrices lobortis sapien. Mauris vel nisl vitae elit ullamcorper dapibus.

## 4.2 Huvudsaken

Sed tincidunt erat quis leo. Integer vestibulum massa a tellus. Pellentesque eu lacus in quam euismod volutpat. Donec ut nulla. Morbi mi diam, posuere ac, consectetur in, iaculis quis, ante. Ut eleifend. Morbi sagittis, diam et rutrum molestie, orci magna tempus lectus, non euismod nunc quam nec velit. Donec leo. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Quisque hendrerit. Morbi mattis. Vivamus vulputate dolor in ante. Curabitur accumsan adipiscing leo. In quis ante. Morbi arcu. Curabitur varius rutrum sem.

Donec facilisis, lacus sollicitudin malesuada pharetra, eros massa elementum massa, eget consequat felis leo et libero. Vivamus id diam quis ligula vehicula varius. Nunc tempus massa vel orci. Fusce laoreet. Praesent et risus. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Fusce metus elit, fringilla nec, facilisis id, sollicitudin in, tortor. Curabitur tellus ante, lacinia eget, gravida nec, sollicitudin quis, quam. Integer vitae felis. Nullam tellus purus, feugiat vitae, ultricies ut, feugiat eu, turpis. Praesent urna orci, aliquet a, fringilla vitae, molestie ac, pede. Vivamus quam orci, luctus nec, aliquet eu, consectetur ut, magna.

### 4.2.1 Bevis

Sed venenatis feugiat arcu. Nullam neque. Aliquam erat volutpat. Praesent euismod, nibh ut interdum tincidunt, leo metus facilisis ligula, ut sagittis est elit non elit. Nulla vitae augue. Cras id diam. Maecenas vel tortor ac dolor porttitor cursus. Phasellus metus ipsum, condimentum a, mollis eget, dapibus ac, lorem. Nullam sodales vulputate sapien. Praesent rutrum blandit augue. Etiam in pede in neque luctus hendrerit. Vivamus eget ante. Mauris turpis ipsum, egestas in, commodo eget, dapibus et, dui. Donec scelerisque. Sed a neque. Integer at quam eu augue imperdiet vehicula. Aliquam orci eros, pellentesque eget, adipiscing eu, tristique ut, tellus.

Aenean quis justo at mi vestibulum bibendum. Sed at pede eu lacus euismod condimentum. Cras in lacus. Nulla facilisi. Donec eu arcu quis wisi fringilla venenatis. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Quisque neque. Sed scelerisque rhoncus est. Maecenas a dolor. Aliquam non justo. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.

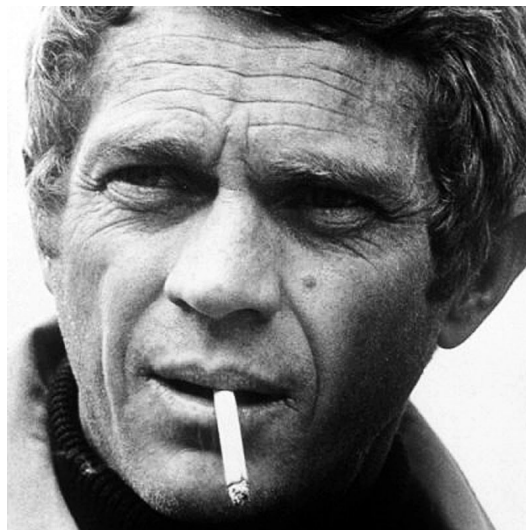


## Kapitel 5

## Resultat

Svar	Antal svar
Ja	4
Nej	2
Övrigt/Kommentarer	6

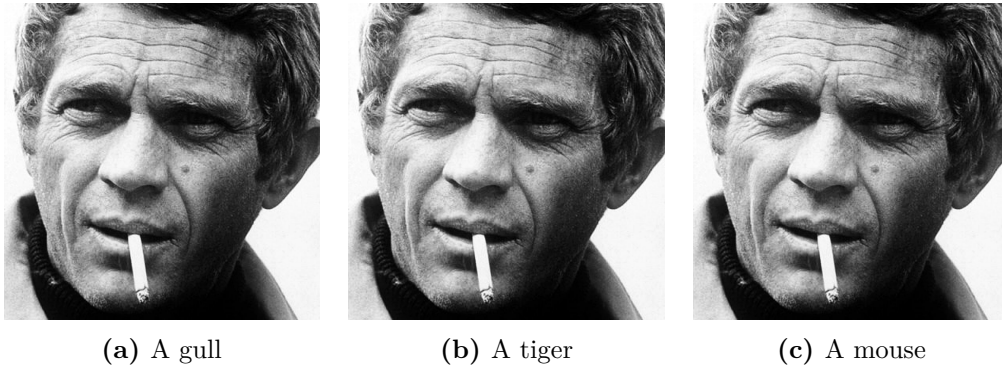
**Tabell 5.1:** Svar från en fråga



**Figur 5.1:** Steve McQueen

Aenean quis justo at mi vestibulum bibendum. Sed at pede eu lacus euismod condimentum. Cras in lacus. Nulla facilisi. Donec eu arcu quis wisi fringilla venenatis.

“Jag säger så här” -Steve McQueen



**Figur 5.2:** Pictures of animals

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Quisque neque. Sed scelerisque rhoncus est. Maecenas a dolor. Aliquam non justo. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas.

## **Kapitel 6**

## **Diskussion**



## Kapitel 7

# Slutsats



## **Bilaga A**

# **Några tillägg**

Här kommer lite tillägg