

2017-03-15  
Mattias O'Nils  
DNR: MIUN 2015/2147

## City Movements

Förstudie inom teknik för att spåra rörelsemönster i Härnösands centrum

# Innehållsförteckning

<b>1 Förstudiebeskrivning .....</b>	<b>2</b>
<b>2 Genomförande .....</b>	<b>3</b>
<b>3 Kravspecifikation .....</b>	<b>4</b>
3.1 Testinstallation .....	4
<b>4 Metod och nodutveckling.....</b>	<b>6</b>
<b>5 Resultat.....</b>	<b>8</b>
5.1 Första test av övervakningsnod .....	8
5.2 Fältstudie.....	9
<b>6 Diskussion och slutsats.....</b>	<b>10</b>
<b>7 Nästa steg.....</b>	<b>11</b>
<b>8 Vetenskapliga resultat.....</b>	<b>11</b>

# 1 Förstudiebeskrivning

I uppstartsmötet av MIUN och Härnösands kommuns avtal började en diskussion att utifrån Handelsplats Härnösands behov att hitta metoder att räkna människor som passerar en punkt och deras rörelsemönster. Utifrån denna diskussion inkluderades den generella problemställningen att följa människor i projektet SMART.

Syftet med denna förstudie är att undersöka om en metod baserad på IR-kameror kan vara en lösning att uppfylla funktionella och integritetskrav som applikationen ställer. Detta kommer att ske genom att:

- Genomföra en testinstallation och samla in data på det område som Handelsplats Härnösand vill övervaka.
- Analysera data för att säkerställa att nödvändig information kan extraheras och att personlig integritet kan garanteras.

Om vi kan säkerställa ett positivt utfall på dessa två frågeställningar, har metoden en potential att vara en effektiv lösning på den utmaning som Handelsplats Härnösand beskrivit, men också generaliserbar för många andra applikationer.

## **Syfte, mål, målgrupp, metod, avgränsning samt leveranser**

Syfte: Att undersöka om IR-baserad teknik lämpar sig för att integritetssäkert följa och karakterisera personers rörelsemönster i byggnader och i stadskärnor

Mål: Analysera om föreslagna mätmetoden baserad på en IR-kameror kan generera nödvändig information om personers rörelsemönster utan att röja deras identitet.

Detta sker genom att säkerställa att:

- Säkerställa att integriteten hos individerna bevaras
- Säkerställa att metoden samlar in det data som krävs för att utvärdera t ex åtgärder för att förbättra en stadskärna

Första punkten i aktiviteten – att säkerställa integritet, verifieras genom att följa hela informationsflödet för att säkerställa att ingen individ kan identifieras.

Andra punkten verifieras genom en testinstallation i Härnösand som samlar in data över det område man önskar övervaka och önskad information kan extraheras från insamlat data.

## **Målgrupp**

Målgrupperna är:

- Handelsplats Härnösand och kommunens invånare
- Forskarna vid Mittuniversitetet inriktade mot möjliggörande teknologi (IKT)
- Forskare och utvecklare som verkar inom utveckling av stadskärnor

- Företag och organisationer som behöver utvärdera användningen av en yta eller en lokal
- Framtida forskningsfinansiärer
- Bron (IoT-området)
- Teknikutvecklande företag i regionen
- Kommuner runt om i Sverige och tjänsteleverantörer
- Företag med liknande frågeställningar

Vetenskaplig metod: Installation av modul av IR-kameror för insamling av bildmaterial under ett antal dagar/veckor, där datorbaserade analysmetoder utvärderas genom att avgöra om nödvändig information kan extraheras och samtidigt som den personliga integriteten kan säkerställas.

### **Avgränsning**

Förstudien är begränsad till att verifiera den föreslagna metoden för användning att räkna personer och deras rörelsemönster i Härnösand centrum.

## **2 Genomförande**

#	Datum	Namn	Beskrivning
1	2016-11-24	Ansökan	Beskrivit planen för genomförandet.
2	2017-02-24	Beslut	Beslut om beviljande av förstudien.
3	2017-02-25	SMART möte	Diskussion om planering och genomförande.
4	2017-03-15	Kravfångst	Utpekning, dokumentation och beskrivning av de olika önskade mätpunkterna.
4	2017-04/05	Utveckling	Utveckling av testplattform
5	2017-06-25	Init test	Initialt test av test utrustning på Campus kroken
6	2017-08-17	Data insamling	Insamling av data vid norra passagen i Härnösand med hjälp av utvecklad prototyp.
7	2017-08-21	Data analys	
8		Rapport	Sammanfatta och presentera

### **2.1 Kommunikation av förstudien**

Resultaten och förstudien har presenterats på Offentliga rummet – IoT dagen (30 maj), Sundsvalls regionens kommunledningar (20 september), SMART projektets referensgrupp (12 september), Informationsmöte samverkansavtalet Härnösand (14 september), Företagarkluster (28 september), SKL konferens inom miljö (4 oktober) och SID 2017 (17 september). Förutom dessa har två forskningskonferensbidrag presenterats redovisat i kapitel 8.

### 3 Kravspecifikation

Härnösandskommun har utifrån deras utvecklingsarbete identifierat tre entrépunkter till Härnösand centrum, som de vill kontinuerligt övervaka antalet personer som rör sig in och ut ur centrum via dessa punkter. Övervakningspunkterna är indikerade i kartan nedan (Figur 1) och i bilderna i Figur 2.



Figur 1. Karta över de passager in till centrala Härnösand som beskrivits som de punkter där antal passager ska räknas.

#### Prioriterade övervakningspunkter

1. Passage mot holmen, 20m passage mellan två hus
2. Södra passagen, 10m passage mellan två hus
3. Norra passagen, 10m passage mellan hus och en slänt.
4. Eventuellt placera en punkt vid korsningen mellan Västra kyrkogatan och Storgatan, öster ifrån.

#### 3.1 Testinstallation

I denna förstudie har vi utifrån diskussion kommit överens om att använda punkt 3 som test plats för den IR-baserade tekniken för att övervaka. Utvecklad övervakningsnod kommer att installeras på den norra passagen. Tanken var att ha noden installerad under ca en vecka och samla data som kan användas för vidare analys men efter diskussion med fastighetsägaren så beslutade vi göra en mindre test, eftersom de lokaler vi skulle behöva nyttja är privat bostäder. Skulle mer data

insamling behövas gör vi detta på Campus Åkroken. Under test tiden samlas information om antalet ut och inpasserande för att kunna verifiera de resultat som övervakningsnoden samlar in.

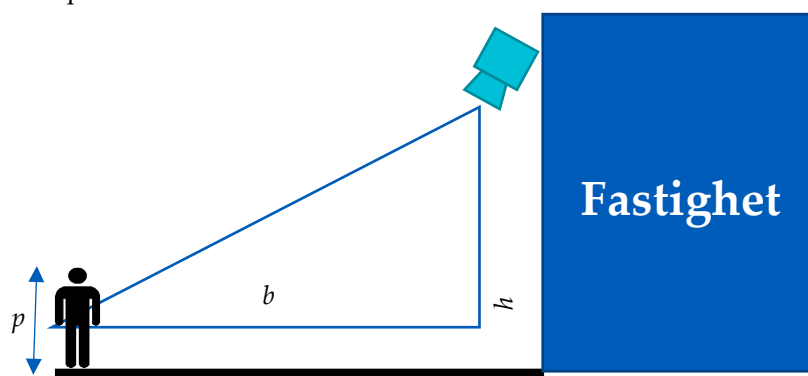


Figur 2. Bilder för de tre passager som ska övervakas och den fjärde som eventuellt ska övervakas, beskrivna ovan.

## 4 Metod och nodutveckling

Priset för IR kameror har kraftigt minskat på grund av att de massproduceras till mobiltelefoner och bilar. Vi tittar på IR baserade kameror i denna förstudie för att dessa har potential att ge en billig lösning som adresserar integritetsproblematiken.

Utifrån de föreslagna testpunkter så har vi gjort antagandet att mätningen av flöden görs på en gata där övervakningsnoden monteras på en lyktstolpe eller fastighet i anslutning till vägen. Detta gör att övervakningsproblemet kan definieras enligt Figur 3, med en gata av bredden  $b$  vilket gör att man måste montera övervakningsnoden på en höjd  $h$  beroende på hur denna är konstruerad.



Figur 3. Konfiguration för City Movements övervakningsnoden.

I den nod vi utvecklat i denna förstudie, har vi använt två FLIR Lepton kameror för att implementera denna nod. Då har vi kombinerat en kamera med  $50^\circ$  brännvidd för att observera objekt nära noden och en kamera med smalare brännvidd ( $25^\circ$ ) för objekt långt ifrån noden. På detta sätt får vi tillräckligt bra upplösning för objekt över hela gatan och minimerar antal kameror som behövs för att övervaka varje punkt. En översikt på strukturen för övervakningsnoden finns beskriven i Figur 4, där den en analys av upplösningen på olika delar av vägen finns presenterad i Figur 5. Analysen visar att den minsta upplösningen kommer på en 10m gata att vara 5 pixlar/m. Det betyder att de minsta objekten kommer att vara ca  $8 \times 5$  pixlars objekt, vilket är fullt tillräckligt för att kunna klassificera och följa dessa objekt.

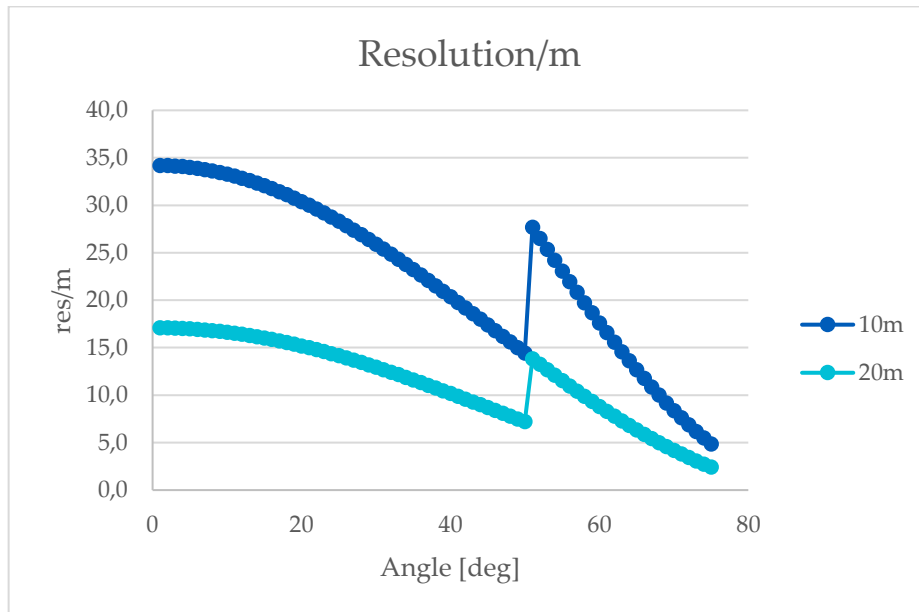


Figur 4. Övervakningsnodsens schematiska konstruktion.

Höjd som noden med vald design ska monteras på, bestäms utifrån följande uttryck:

$$h = b / \tan(75^\circ) + p,$$

Där  $p$  är höjden av de objekt som ska räknas. Om vi antar en medellängd på personer som passerar längst ifrån övervakningsnoden är 1.7m långa. Detta ger då att i punkt 3, norra passagen, ska övervakningsnoden placeras på 4.4m över vägenhöjd.



Figur 5. Upplösning per meter för avstånd uttryckt som vinkel från väggen övervakningsnoden sitter monterad.



## 5 Resultat

### 5.1 Första test av övervakningsnod

För att göra en första utvärdering på den utvecklade kameranoden och för att se om några förändringar är nödvändiga innan vi genomförde fältstudien i Härnösand. Testen gick bra, förutom lite förbättringar i programvaran så gick vi vidare till en fältstudie på utvald plats i Härnösand.



Figur 6. Testupställning på campus Åkroken. Placering av nod och dess övervakningsområden. Rött område i bilden längst ner till höger, indikerar övervakningsområdet för kamera 1 och blått område för kamera 2. Röd linje representerar den virtuella linje där personer registreras att lämna eller gå in i området.

## 5.2 Fältstudie



Figur 7. Placering och konfigurering av testpunkt för övervakning av norrapassagen (3).

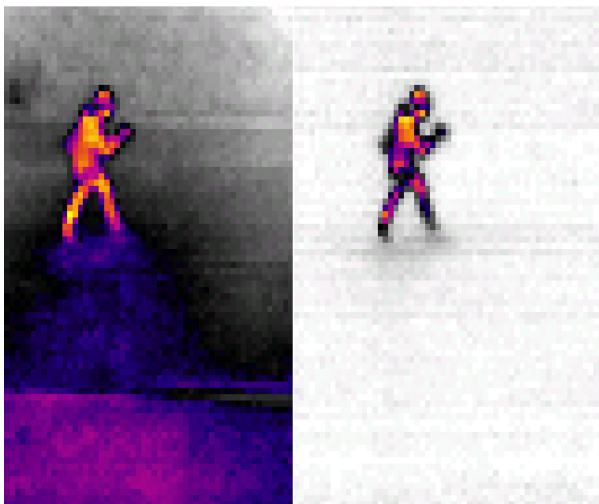
Efter initiala funktionstest har vi genomfört ett test norra entrén i Härnösand (Storgatan). Där installerades den utvecklade noden på den plats som visas i Figur 8 som också visar vyn över övervakat område. Under testet samlades bildmaterial under två timmar. Under test perioden var det allt från stora till små flöden in och ut från centrum.



Figur 8. Övervakningsnoden monterad vid norra entrén till Härnösand centrum och vy över övervakat område.

Det insamlade materialet har studerats utifrån integritet och funktion, det vill säga vi har studerat om vi från värmebilderna med lågupplösning kan identifiera en person och om materialet kan användas för att räkna flödena av personer från vänster till höger och tvärt om. Vi har i projektet gått igenom hela bildmaterialet, exemplifierat av den vänstra bilden i Figur 9, och vi har utifrån detta dragit slutsatsen att det inte går att identifiera en person, även om personen skulle vara känd.

För att verifiera funktionen har vi utvecklat metoder för att ta bort bakgrundeffekter så att bara objekt som rör sig är kvar i bildsekvenserna. Metoden är publicerad i [2] och har visat sig mycket effektiv där mittre bilden i Figur 9 visar resultaten efter bakgrunden är borttagen. Utifrån denna metod går det sedan lättare att identifiera och segmentera fram objekt, visas till vänster i Figur 9. Utifrån de segmenterade bilderna så kan mer standard metoder för att räkna flöden appliceras.



Figur 9. Till vänster, bild från kamerauppställningen, i mitten samma bild filtrerad för att identifiera objektet och till höger samma bild fast konverterad till svart-vit bild som används för att räkna objekt.

Förutom att titta på metoderna för att räkna personer, har vi också tittat på hur systemet ska implementeras i dess slutgiltiga implementering dessa resultat är publicerade i [1,3].

## 6 Diskussion och slutsats

Målet för förstudien har varit att visa att den föreslagna mätmetoden baserad på en IR-kameror kan generera nödvändig information om personers rörelsemönster utan att röja deras identitet. Detta sker genom att säkerställa att:

- Säkerställa att integriteten hos individerna bevaras
- Säkerställa att metoden samlar in det data som krävs för att utvärdera t ex åtgärder för att förbättra en stadskärna

Utifrån att systemet är baserat på IR-kameror med mycket lågupplösning har vi visat för de test vi gjort att det inte är möjligt att identifiera personen ens om identiteten på personen är känd i förväg. Vi har tagit fram ett sätt som effektivt tar fram objekten och deras karakteristik, vilket betyder att standard metoder för att räkna och följa objekt kan användas för att räkna flöden.

## 7 Nästa steg

Utifrån slutsatsen att den utvärderade lösningen säkerställer integritet och ger den önskade funktionen kommer en demonstrator (prototyp) att utvecklas inom SMART projektet. Innan detta kan färdigställas måste slutgiltiga metod för att räkna människor att väljas, vilket kommer att göras inom ramen för arbetet med att färdigställa den tredje artikeln från denna förstudie.

## 8 Vetenskapliga resultat

De vetenskapliga resultaten har publicerats i två konferensartiklar och ett manuskript är framtaget för ett tredje arbete, vilket kommer att publiceras senare.

1. Muhammad Imran, Irida Shallari, Najeem Lawal, Mattias O'Nils, "Evaluating Pre-Processing Pipelines for Thermal-Visual Smart Camera", *ACM Proceedings of the International Conference on Distributed Smart Cameras*, Sept. 2017.
2. Irida Shallari, Muhammad Imran, Mattias O'Nils, "Background Modelling Analysis and Implementation for Thermographic Images", *Proceedings of the International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications (IPTA 2017)*, Nov. 2017.
3. Irida Shallari, Mattias O'Nils, "Fog computing based Intelligence partitioning of a HW/SW solution for a IR based people counting system", *In manuscript*.