

Biometri inom skönlitteraturen kontra verkligheten

Biometrics in popular literature vs. reality

Anders Bentell

Email: andbe874@student.liu.se

Supervisor: Viiveke Fåk, viiveke@isy.liu.se

Project Report for Information Security Course

Linköpings universitet, Sweden

Sammanfattning

Filmskapare är sällan fantasilösa när det kommer till tänkbara framtida tekniska lösningar på nutida problem. I denna rapport analyseras två biometriska koncept hämtade från filmvärlden. Resultatet av rapporten utgörs av en bedömning huruvida författaren anser det troligt att dessa någonsin kommer att bli verklighet. Kommer vi att kunna göra DNA-analys lika snabbt som vi idag kan avläsa och analysera ett fingeravtryck? Kommer vi att kunna spåra en person med hjälp av satellit-monterade kameror och utrustning för ansiktsgenkänning? Mitt ställningstagande återfinns i slutet av denna rapport.

1. Inledning

Ett vanligt inslag i filmer och böcker är olika former av teknologi som inte riktigt existerar ännu. Detta kan i många fall ge en svindlande bild av en mer eller mindre tänkbar framtid. Inte helt sällan finns en koppling mellan säkerhet och teknologi. I takt med att teknikutveckling ständigt gör nya framsteg så får filmskaparna nya idéer om vad som kan bli möjligt i framtiden. I Den här rapporten har jag valt att studera två metoder för biometrisk verifiering samt identifiering som förekommer i varsin amerikansk film från -90 respektive 00-talet. Analysen kommer att gå ut på att försöka sätta ett mått på hur sannolikt det är att

vi kommer se något av detta i framtiden och i så fall när.

1.1 Produktbeskrivning

Här smalnar jag av det ytterligare mot biometrics för att slutligen presentera de två "produkter" jag valt.

1.1.1 Omedelbar DNA-verifiering

I Filmen "Judge Dredd" från 1995 kunde vi se hur Sylvester Stallone, inom bråkdelen av en sekund, fick sin identitet verifierad via en DNA-analys som utfördes av hans vapen. För att kunna ge eld med sin pistol var han tvungen att få ett positivt utfall från en blixtsnabb DNA-analys som genomfördes på hans hand med vilken han höll i vapnet. På detta sett blev hans vapen obrukligt för alla utom för honom. För att ytterligare öka säkerheten i systemet så ges varje avlossad kula en DNA-signatur.

1.1.2 Global ansiktsidentifiering

I filmen "Enemy of the State" försöker Will Smith fly undan en illasinnad makthavare som ständigt tycks hitta honom. Det visar sig att Makthavaren har tillgång till identifieringsutrustning som kan hitta folk i princip överallt då den har tillgång till data från tusentals övervakningskameror såväl som satellit-monterade kameror. Förutsatt att det eftersökta ansiktet förekommer på någon kamera

någonstans så kan alltså detta system positionera individen.

1.2 Problembeskrivning

Att uttala sig och ge svar om framtiden är givetvis något man bör akta sig för i akademiska sammanhang om man vill bli tagen på allvar. Välgrundade antaganden känns dock mer OK, och som något som görs dagligen. Resultatet av detta projekt kommer utgöras av att jag, för vart och ett av exemplen, besvarar följande fråga.

Utifrån analysen i detta projekt, uppfattar jag det som sannolikt att vi över huvudtaget kommer se någon av produkterna i produktbeskrivningen i verkligheten, i så fall när?

1.3 Metod

För att kunna ge någorlunda underbyggda svar på frågan ovan krävs bland annat kunskap om de båda produkterna samt om vad som är möjligt idag. Att införskaffa detta kommer utgöra det första momentet i detta projekt. Detta kommer i första hand innebära insamlande av relevant material som jag sedan kan använda i min teoretiska referensram. Informationen bör sannolikt omfatta generell information om biometri, samt smalare litteratur kring de applikationer jag valt. Jag gör min ansats i de artiklar som användes under kursens teoretiska del. Min metod sammanfattas i punktform nedan.

- Definition av de produkter som beskrivs i filmerna. Vissa antaganden om dess egenskaper kommer att göras då filmerna innehåller fullständig produktbeskrivning.
- En teknisk referensram formuleras utifrån den information jag funnit relevant.
- En analysmodell konstrueras. Denna beskriver hur jag avser använda referensramen för att angripa frågeställningen.

- Problemet analyseras genom att de två punkterna ovan sätts i relation till varandra med hjälp av analysmodellen.
- Frågeställningen besvaras med stöd av analysen.

2. Teoretisk referensram

I detta kapitel presenterar jag en beskrivning av det material jag anser relevant för analysen i kapitel 0.

2.1 Allmänt om biometrisk igenkänning

Biometrisk igenkänning innebär användande av fysiologiska och beteenderelaterade egenskaper, så kallade biometriska identifierare, för automatisk igenkänning av människor (Malton et al, 2003).

I princip vilket mått som helst kan användas för biometrisk igenkänning så länge de uppfyller kraven nedan

- Universellt – alla måste ha det.
- Distinkt – två individer måste vara signifikant olika med avseende på detta mått.
- Permanent – måttet bör inte förändras i takt med individens ålder.
- Möjligt att samla in – det måste vara möjligt att ta ett prov från en individ.

(Malton et al, 2003).

2.1.1 Process

All biometrisk igenkänning bygger på att systemet har ett ”facit” att jämföra provdata med. Om inte systemet känner till relationen exempelvis fingeravtryck/identitet så finns det ingen möjlighet att använda ett fingeravtryck som biometrisk identifierare. Detta innebär att en person måste läggas in i systemet innan

någon automatisk igenkänning kan äga rum (Woodward et al, 2003).

Denna första inmatning kan genomföras med eller utan personens närvaro (beroende på vilken form av mått som skall användas). Så länge vi med säkerhet känner till att provet och identiteten hör ihop så kan vi lägga in personen i systemet (Maltoni, 2003)

2.1.2 Verifiering & Identifiering

Biometrisk igenkänningssystem kan delas in efter vilken uppgift de är tänkta att lösa. Om de skall verifiera att en person verkligen är den som uppges så har vi att göra med ett verifikationssystem. Om systemet istället har som uppgift att identifiera vem personen i fråga är så har vi att göra med ett identifieringssystem (Maltoni et al, 2003).

Den väsentliga skillnaden mellan dessa system är hur mycket beräkningskraft som behövs för att göra igenkänningen. I ett verifikationssystem jämförs det insamlade datat med det sparade datat för en person, medan det vid identifiering måste jämföras med alla profiler som lagts in i systemet (Maltoni et al.2003).

2.1.3 Positiv & Negativ igenkänning

Om systemet är ämnat att verifiera att en person verkligen är den som denne hävdar så har vi att göra med så kallad positiv igenkänning. Detta används exempelvis för att förhindra att flera personer använder samma identitet. Är systemets uppgift att verifiera att en person är någon den hävdar sig inte vara så är det istället negativ igenkänning (Maltoni, 2003).

2.2 Ansiktsigenkänning

Ett system för automatisk ansiktsigenkänning kan beskrivas i ett antal moment. Grundförutsättningen för att någon igenkänning alls skall kunna ske är att provdata i form av en bild

kan samlas in. Igenkänningssystemets första uppgift blir således att identifiera ett eller flera (samtliga) ansikten i bilden som samlats in. Därefter analyseras dessa och ges, beroende av systemets utformning, olika karakteristika såsom avstånd mellan ögon, förhållande höjd/bredd osv. Informationen om ansiktets utseende har nu reducerats till att enbart innehålla en digital profil med målet att vara tillräckligt detaljerad för att vara unik för varje människa. Samtliga profiler i bilden jämförs sedan mot den sedan tidigare lagrade (och eftersökta) profilen. Precis som vid annan biometrisk igenkänning krävs alltså ett ”facit” att jämföra det identifierade ansiktena med (Woodward et al, 2003).

Ansiktsigenkänning kan delas in efter hur den digitala profilen extraheras från ansiktsavbildningen. Om endast ett fåtal standardpunkter används för att skapa en profil så talar man om *feature based approach*. Om istället hela ansiktet används för att skapa en mer komplex och unik bild så kategoriseras systemet som *global*. FBA är mindre precis och skapar mindre unika profiler men är mindre känslig för förändringar i ansiktet som följd av ålder, frisyra, etc. (Fåk, 2010).

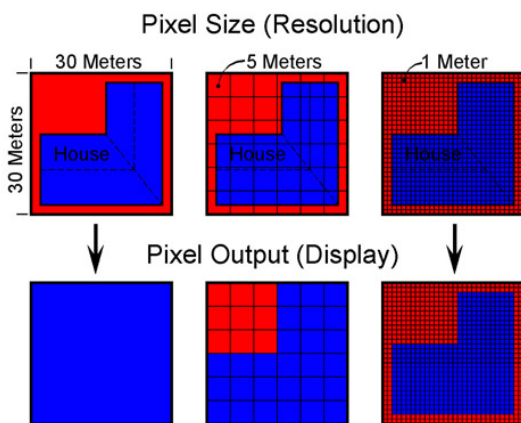
Avgörande träffsäkerheten hos ett system för automatisk ansiktsigenkänning är hur bra data det får tillgång till såväl då personen läggs in som då den skall identifieras. Ju tydligare och mer rättvisande fotografi som kan användas desto mer träffsäkert (Woodward et al, 2003).

2.3 Fotografering med satellit

Att fotografera jorden från en satellit har varit möjligt sedan 1959 och sedan dess har konceptet utvecklats till att idag vara något många använder dagligen eller åtminstone har kommit i kontakt med någon gång (Wikipedia.org).

De för applikationen tre mest intressanta egenskaperna hos dessa system är i) hur små föremål som kan urskiljas, ii) hur ofta de återvänder till att fotografera samma plats och iii) huruvida de har förmåga att leverera realtidsvideo.

Hur små föremål som kan urskiljas avgörs av bildens upplösning i förhållande till storleken på den yta som fotograferas. Upplösningen beskrivs som storleken i meter som ryms i varje pixel hos den digitala bilden. I figur 1 visas sambandet mellan upplösning och storlek på föremål som kan urskiljas (satimagingcorp.com).



Figur 1 Pixelstorlek och avbildning

Satelliten GeoEye-2, vilken utgör den senaste teknologin för kommersiellt bruk, har en högsta upplösning motsvarande en pixelstorlek på 25 cm. GeoEye-2 har ännu inte lämnat jorden, i

produktion är dock GeoEye-1 med en pixelstorlek på 41 cm (satimagingcorp.com).

Det tros existera militära system med en pixelstorlek på under en centimeter (wikipedia.org).

2.3.1 Rörliga bilder

Det första kända försöket att göra skicka upp en kommersiell satellit för rörliga bilder gjordes 2005. Detta gick dock i stöpet på grund av underfinansiering.

Utöver detta tros amerikanska myndigheter förfoga över satelliter med förmågan att överföra rörliga bilder (Wikipedia.org)

2.4 DNA

DNA (DeoxyriboNucleic Acid) återfinns i varje cellkärna hos levande organismer och utgör ritningen för hur vi är konstruerade. DNA är den mest unika biometriska identifieraren vi känner till idag – Ingen människa är den andra lik. Endast enäggstvillingar kan bära samma genetiska kod (Maltoni et al).

DNA skiljer sig väsentligt från andra biometriska identifierare i tre avseende. i) Individens som skall kännas igen måste lämna ifrån sig ett fysiskt biologiskt prov för att någon DNA skall kunna extraheras och matchas. ii) det krävs omfattande manuell behandling av provet för att komma åt själva arvsmassan där DNA finns lagrat. iii) I praktiken matchas inte DNA mot en digitaliserad profil (vilket som sagt är fallet med ansiktigenkänning). Istället sker matchningen mot ett faktiskt biologiskt prov (cse.msu.edu).

2.4.1 DNA i praktiken

En DNA-profilering består av tre huvudsakliga moment; Extrahering, förstärkning samt sekvensering. Extraheringen går ut på att

separera och isolera DNA från cellkärnans övriga delar och detta kan ske på lite olika sätt men de två snabbaste sätten idag är Chelex och FTA papper som båda tar mindre än en timme.

När DNA extraherats och isolerats från det övriga biologiska provet så måste den förstärkas genom kopiering. Detta för att säkerställa att det finns tillräckligt med material för sekvenseringen. Kopieringen sker genom att enzym tillsätts och diverse biokemiska processer genomförs. Tiden för detta är ca 2-3 timmar.

Sekvenseringen är det steg som kan liknas vid profileringssteget för ansiktsgenkänningen. Förstärkt DNA får passera en laser och på så vis skapas en avbild som sedan kan jämföras med en avbild från ett annat prov för att på så vis avgöra om proven kommer från samma person. Detta steg tar ca 30 minuter per prov.

Sammanlagt tar DNA-profilering idag minst ca 3h.

- Extrahera DNA från det biologiska provet: 30 min – 3h.
 - Förstärkning: 2-3h.
 - Sekvensering: 30 min-1h
- (Soltysiak & Valizadegan, 2008).

2.4.2 Framtidsutsikter

Det amerikanska företaget Bode Technologies har tagit fram ett verktyg som kan korta ner extraheringstiden avsevärt. Med deras *Buccal DNA Collector* skall extrahering av DNA redo för förstärkning kunna genomföras på under 30 sekunder.

Det skall också finnas produkter under utveckling om tros kunna utföra förstärkning av DNA på minuter snarare än timmar.

Även Sekvenseringssteget är under hård utveckling och produkter väntas komma där ett resultat kan fås på under 30 sekunder.

Med närliggande teknologi tror forskarna att tiden för DNA-profilering snart skall kunna kortas ned till under 30 minuter (Soltysiak & Valizadegan, 2008).

I en artikel i *Science Daily* från 2008 beskrivs hur en forskare från *National University I San Diego* har tagit en nanoteknisk ansats till att bygga ett portabelt verktyg för DNA-profilering (sciencedaily.com).

2.5 Utvärderingsmått

För att kunna avgöra hur ”bra” ett biometriskt igenkänningssystem är så krävs någon form av utvärderingsmått. Maltoni et al beskriver i sin artikel från 2003 en rad populära mått som alla har statistiska inslag. Nedan har jag valt ut två av dessa.

2.5.1 FMR – False Match Rate

FMR beskriver sannolikheten, baserad på historiska data, att den insamlade datan felaktigt matchar en sparad profil (Maltoni et al, 2003).

2.5.2 FNMR – False Non-Match Rate

Analogt med FMR så innebär FNMR sannolikheten att den insamlade datan felaktigt inte matchar den inlagda (och korrekta) profilen (Maltoni et al, 2003).

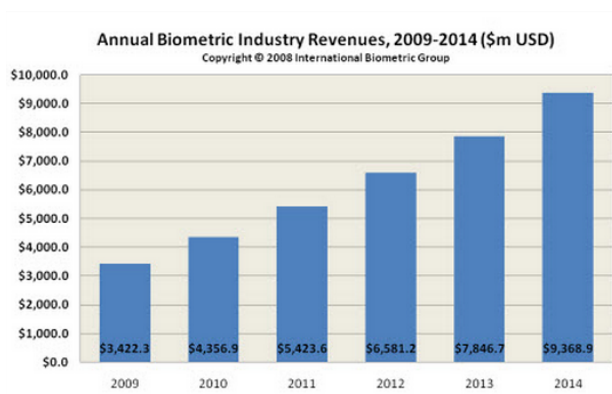
2.6 Marknad

För att någon utveckling alls skall ske så krävs ett behov av produkten. I detta avsnitt redovisar jag vad jag hittat att läsa om just detta.

2.6.1 Ansiktsgenkänning

International Biometric Group beskriver marknaden för ansiktsgenkänning som starkt

växande då fler och fler aktörer utvecklar teknologi för detta. Tillämpningarna är många då manuell analog ansiktsverifiering redan är så utbredd. IBG menar att marknadspotentialen är stor främst med tanke på att barriären att ta sig in på en marknad där ansiktet redan är en central del är så liten. Exempel som nämns är körkort, pass och röstkort. Utöver detta nämns applikationen som studeras i denna rapport – övervakning. Enligt IBG har de beslut som fattats efter terrorattackerna i New York och Washington år 2001 stor inverkan på vilken budget som givits utveckling av biometriska system för övervakning. I figur 2 ser vi den prognostiserade utvecklingen för hela marknaden för biometriska produkter, utav vilken ca 17% förutspås utgöras av ansiktsigenkänning (biometricgroup.com).



Figur 2 Marknadsprognos för biometri

Marknadsanalytikerna *Report Buyer* förutspår en tillväxt för hela biometriindustrin på 21.3% till 2012. Störst tillväxt i gruppen ser de hos just ansiktsigenkänning (thirdfactor.com).

2.6.2 Satellitfotografering

Satellitfotografering används idag inom ett stort antal sektorer och för diverse ändamål. Nedan listas några sektorer där satellitfotografering används i stor skala.

- Jordbruk.
- Olja & Gas.
- Gruvindustrin.
- Energi.
- Miljö.
- Transport
- Media
- Utredande myndigheter
- Fastigheter

(satimagingcorp.com)

2.6.3 DNA-profilering

Då det inte finns någon egentlig produkt inom detta område så är det svårt att beskriva en växande marknad. Det har dock uttryckts en stor behov från Amerikans militär och federal polis av portabel utrustning för DNA-verifiering (computerworlduk.com).

2.7 Källkritik

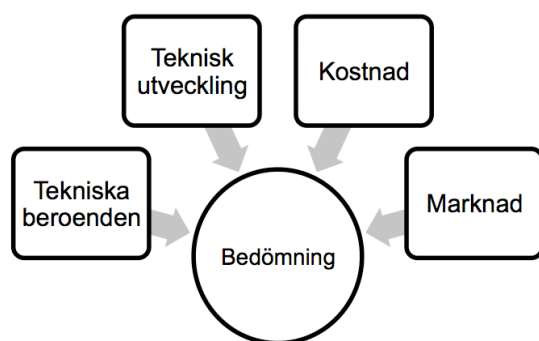
Då problemformuleringen har ett starkt tidsfokus så känns det viktigt att vara noggrann med att ifrågasätta artiklars relevans. I synnerhet om de beskriver en föränderlig värld såsom teknikutvecklingen. Jag har därför varit försiktig med detta och endast använd de äldre artiklarna för att förklara övergripande samband och skeenden. De senaste nyheterna på teknikfronten har därför fått komma från diverse webbplatser.

3. Analysmodell

Analysmodellen beskriver hur jag ämnar använda den teoretiska referensramen då jag analyserar problemet.

För att kunna göra en bedömning av hur sannolikt det är att vi kommer se dessa två produkter i verkligheten ansåg jag det nödvändigt att dela in problemet i ett antal delproblem eller synvinklar om man så vill. Det första jag valt att studera är de tekniska beroenden som finns – vilken teknologi krävs för att dessa produkter skall kunna existera? På detta följer den andra delfrågan – hur långt är det rimligt att den tekniska utvecklingen kommer att nå inom en överskådlig framtid? Det tredje är att jag reflekterat över är vilken kostnad dessa produkter skulle medföra. Med kostnad avser jag framförallt i ekonomiska mått, men även sociala. Naturligt att då även fråga sig är om någon är villig att betala för det – det vill säga finns det en efterfrågan?

Nedan illustreras grafiskt hur jag valt att angripa problemet. Samma struktur kommer att gälla rent dispositionsmässigt i analysen.



Figur 3 Analysmodell

4. Analys

Till en början kan båda dessa produkter tyckas relativt nära verkligheten då de båda redan existerar, dock på ett betydligt mindre sofistikerat stadium. I detta avsnitt presenterar jag mina reflektioner och kopplingar utifrån vad jag presenterat i den teoretiska referens-

ramen. Jag kommer för de båda produkterna individuellt att följa den analysmodell som presenterades i förra kapitlet.

4.1 Omedelbar DNA-verifikation

4.1.1 Tekniska beroenden

DNA-analys består idag av ett antal steg av mer eller mindre bioteknisk karaktär. Mycket sker manuellt av laboratorieanställda vilket gör att processen blir så lång att många inte vill kalla DNA för biometri. Det är uppenbart att dessa tidskrävande steg måste utvecklas kraftigt för att vi skall kunna få en handhållen produkt som kan ge oss en DNA-analys momentant.

Både extraheringen av DNA samt kopieringsprocessen tar lång tid och kräver mycket resurser vad gäller såväl utrustning som mantimmar. Min tolkning är att det största beroendet ligger på just dessa steg. Resterande steg är av mer klassisk beräkningsteknisk karaktär och mindre av biokemisk/teknisk.

För att en omedelbar DNA-verifiering skall bli möjlig så krävs att samtliga steg kortas så mycket att hela processen tar maximalt ett par sekunder.

Sammanfattningsvis tror jag de största utmaningarna finns där teknisk apparatur möter biologiskt material.

4.1.2 Teknisk utveckling

Det jag funnit att läsa om den tekniska utvecklingen har handlat om framförallt själva extraheringssteget där man nu försöker slå ihop insamlingen och extraherandet i mycket små produkter med hjälp av nanoteknik. Det är väldigt svårt att säga hur långt man kommit men mina intryck är att det mesta är på ett relativt teoretiskt stadium fortfarande. Min bedömning är att den här produkten är väldigt avlägsen rent tekniskt.

4.1.3 Kostnad

Precis som med all högteknologisk utrustning så är utvecklingskostnaden en betydande del. När väl en massproduktion kan komma igång så blir priset ändå inte så högt för slutkonsumenten när marknaden väl mognat. Jag ser ingen anledning varför en produkt som denna skulle avvika från ett sådant mönster.

4.1.4 Marknad

Vi kan se hur marknaden för biometrisk utrustning bara växer och växer i takt med att världen blir mer och mer säkerhetsfokuserad. Om man lyckas lösa uppgiften att använda DNA som ett snabbt och smidigt sätt att identifiera/verifiera personer så är jag övertygad om att brist på efterfrågan inte skulle fälla en sådan produkt.

Initialt tror jag en sådan produkt skulle tas fram för myndigheter och företag med ett extremt säkerhetsfokus varför dessa också skulle få stå för de största investeringskostnaderna.

När tekniken ytterligare förfinats och massproduktion kan ta vid så tror jag att detta helt skulle slå ut fingeravtrycksprodukter av konsumentkaraktär. I princip all biometri som inte har med övervakning att göra skulle vara väldigt hotad om en produkt som denna nådde en konsumentmarknad.

Sammanfattningsvis tror jag det finns många teknikföretag som är villiga att göra stora investeringar för att kunna leverera den ultimata produkten för biometrisk igenkänning för privat bruk.

4.1.5 Bedömning

Min bedömning är att kanske inte vi, men mänskligheten någon gång kommer att se detta. Mänskligheten behöver den här produkten

4.2 Global övervakning med ansiktsigenkänning

4.2.1 Tekniska beroenden

De enda egentliga tekniska beroenden jag kan se är en möjlighet till högupplösta och rörliga bilder med satellit. Vad som också skulle behövas är att öka antalet satelliter kraftigt så att de oftare kan svepa över varje punkt av det område som skall övervakas. Det senare är dock mer en fråga om kostnad när väl tekniken finns på plats.

Om man ser till övrig utrustning som behövs så existerar den redan, det är möjligen omfattningen som kan diskuteras. Digitala videokameror för övervakning är ju verklighet sedan länge, frågan är bara hur rimligt det är att täcka in hela den befolkade delen av jorden.

4.2.2 Teknisk utveckling

Då mycket av den utveckling som sker sannolikt sker i tysthet och för amerikanska myndigheters räkning är det väldigt svårt att säga var den faktiska framkanten befinner sig. Studerar vi de existerande systemen för kommersiellt bruk så ser vi att de mest moderna satelliterna är nere på tiotal centimeter i upplösning.

Jag skulle dock inte bli förvånad om det finns ”spionsatelliter” som klarar betydligt högre upplösning än så.

Värre tor jag dock det är med högupplöst video i realtid som dessutom täcker en stor yta.

4.2.3 Kostnad

Kostnaden för detta tror jag är extrem. Inte bara utvecklingskostnad för de stora linser och sensorer som behövs, utan också för de många satelliter som måste skickas upp samt underhållas. Dessutom tror jag att en social kostnad i form av allmänhetens kritik skulle

vara stor. Någonstans går gränsen för hur kul det är att kunna titta på sitt eget hus via google maps.

4.2.4 Marknad

När det kommer till den teknologi som behöver utvecklas för att den här produkten skall kunna bli verklighet så tror jag den huvudsakliga intressenten är regeringar. De privata sektorer som använder satelliter vid projektering och annat torde vara nöjda med vad de kan få idag och således inte vara villiga att driva denna kostsamma utveckling.

4.2.5 bedömning

Själva den biometriska igenkänningsproceduren är kan betraktas som en omvänd identifieringsprocess eftersom alla ansikten i det insamlade materialet måste jämföras mot den eftersökta profilen. Detta skulle i praktiken kunna lösas genom att vissa moment parallelliseras. Låt oss säga att man hade en videokamera med tillhörande matchnings-processor för varje kvadratmeter av jordens yta.

4.3 Slutsats

Utifrån den analys som presenterats skall jag nu besvara frågeställningen och syftet med detta projekt. Låt mig först upprepa problemformuleringen:

*” Utifrån analysen i detta projekt, uppfattar jag det som sannolikt att vi över huvudtaget kommer se någon av produkterna i produktbeskrivningen i verkligheten, i så fall när?
”*

Vad gäller handhållen DNA-verifiering så tror jag som sagt att det är en enorm utmaning tekniskt men att det stora behovet av detta kommer göra att väldigt stora summor pengar kommer plöjas ner i att forska på detta område. Jag tror detta kommer bli verklighet, frågan är dock när. En gissning är 20-50 år från nu.

Övervakning med satellit i kombination ansiktsigenkänning ställer jag mig lite mer tveksam till framförallt då det finns så oerhört många andra vägar att gå för att lösa samma uppgift. Varför just ansikte? Varför måste insamlingen ske med satellit? Så det är inte så mycket de tekniska begränsningarna som det faktum att jag tror man kommer hitta andra, mer träffsäkra lösningar som gör att jag inte tror vi kommer att se detta.

Källor

- [1] D. Maltoni, D. Maio, A.K. Jain, S. Prabhakar, "Handbook of Fingerprint Recognition", Springer, New York, 2003
- [2] J. D. Woodward jr., C Horn, J Gatune, A Thomas, "A look at Facial Recognition", RAND, Santa Monica, 2003
- [3] en.wikipedia.org/wiki/Satellite_imagery
- [4] www.satimagingcorp.com/services.html
- [5] www.biometricgroup.com/reports/public/reports/facial-scan_market.html
- [6] www.ida.liu.se/~TDDD17/lectures/slides/tddd17_lec03_bio2.pdf
- [7] S. Soltysiak, H. Valizadegan, "DNA as a Biometric Identifier.", Computer Science and Engineering Department, Michigan State University, 2008. (www.cse.msu.edu/~cse891/Sect601/CaseStudy/DNABiometricIdentifier.pdf)
- [8] www.sciencedaily.com/releases/2008/03/080310173246.htm
- [9] www.thirdfactor.com/2008/06/13/report-predicts-large-biometric-market-growth-by-2012
- [10] www.computerworlduk.com/news/security/3241102/rapid-dna-analysis-tool-closer-for-fbi-but-obstacles-loom/