



Aalto University
School of Science
and Technology

LuminoTrace: fotoluminesenssiin perustuva aitouden tunnistaminen älypuhelimissa

Marko Raatikka

Automaatio- ja Systeemitekniikan laitos
Aalto-yliopisto, Sähkötekniikan korkeakoulu
marko.raatikka@aalto.fi

2.6.2016

1. Projektin taustaa
2. Tutkimusaihe- ja tavoitteet
3. Lyhyt teoriakatsaus
4. Toteutus
5. Tulokset ja tutkimushaasteet
6. Yhteenveto
7. (Demo)

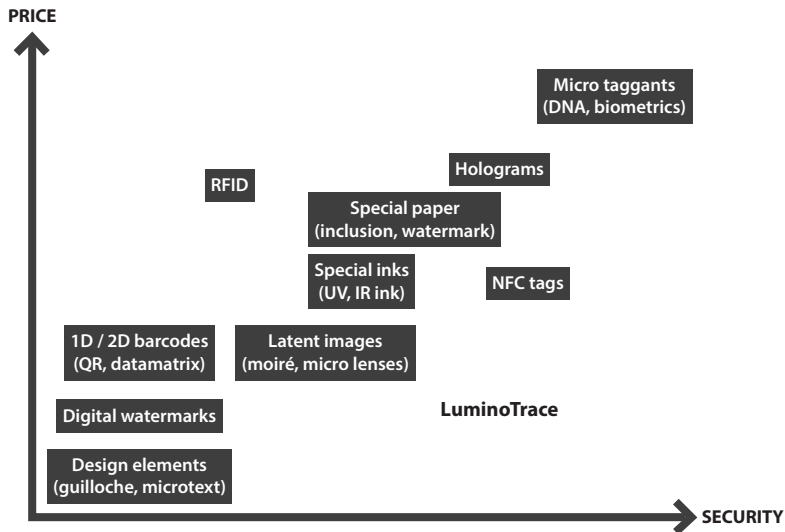
Projektin taustaa

- ▶ Tekes Turvallisuus 2007-2013 -ohjelma: **liiketoimintaa älykkäästä jäljitettävästä merkintäteknologiasta** (2013)
- ▶ Diplomityö aloitettu toimeksiantona Aalto CHEM:ltä projektinimellä **LuminoTrace** (5/2014)
- ▶ Lopullinen prototyyppi valmis: 12/2014 (kokeellinen osa)
- ▶ Mittaukset ja kirjoitustyö: 1/2015-4/2015 ja 2/2016-5/2016

Tutkimusaihe- ja tavoitteet

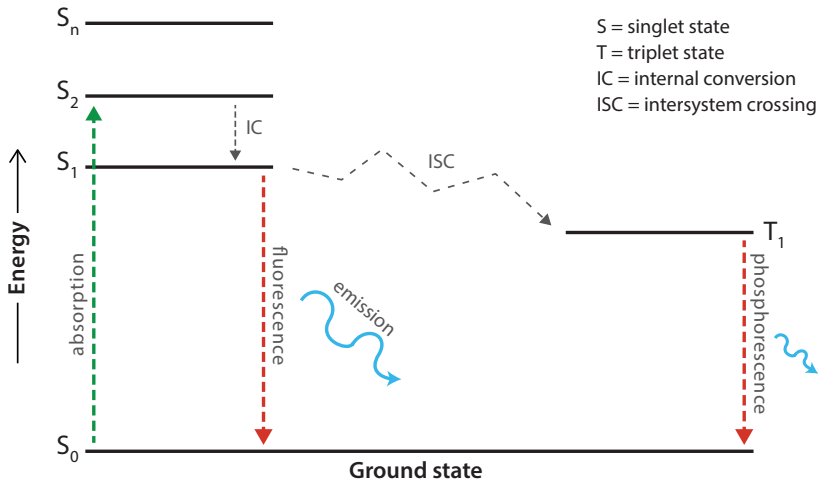
- ▶ Fotoluminesenssin hyödyntäminen aitoudentunnistukseen mobiililaitteella
- ▶ Luminesenssin aikaerotteinen analyysi \Rightarrow **sormenjälki**
- ▶ Sormenjälkien linkittäminen tuotteisiin, skaalautuvasti
- ▶ Motivaatio: luminoforien ja mobiilin lukupäätteen integraatio edullinen ratkaisu miljardiluokan ongelmaan?

Tutkimusaihe- ja tavoitteet: PA landscape



- ▶ **fotoluminesenssi:** valon fotonin virittäminen elektronin ylemmälle viritystilalle, jonka purkautuessa atomi emittoi valoa (väriä)
- ▶ kuvan valottumiseen vaikuttaa pääsääntöisesti 3 tekijää: linssin aukkokoko, valotusaika ja sensorin herkkyys (ISO)
- ▶ hybridimobiilisovellus mahdollistaa web-tekniikoiden hyödyntämisen natiivisovelluksen kehittämisessä

Lyhyt teoriakatsaus: fotoluminesenssi



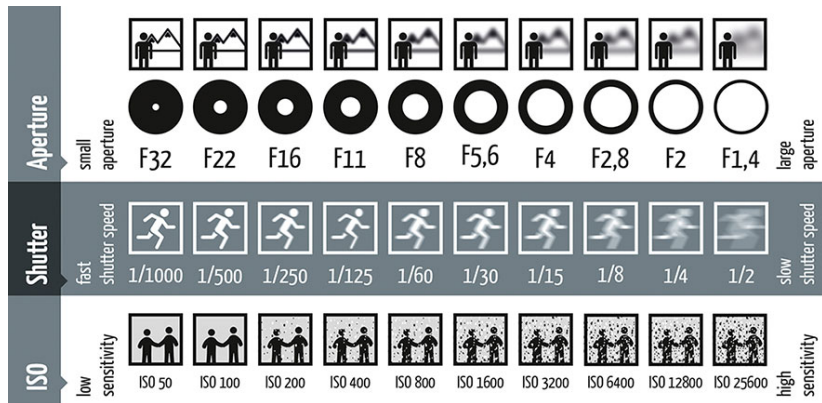
Lyhyt teoriakatsaus: fotoluminesenssi



Lyhyt teoriakatsaus

- ▶ fotoluminesenssi: valon fotonin virittää elektronin ylemmälle viritystilalle, jonka purkautuessa atomi emittoi valoa (väriä)
- ▶ kuvan valottumiseen vaikuttaa pääsääntöisesti 3 tekijää:
linssin aukkokoko, valotusaika ja sensorin herkkyys
- ▶ hybridimobiilisovellus mahdollistaa web-teknologioiden hyödyntämisen natiivisovelluksen kehittämisessä

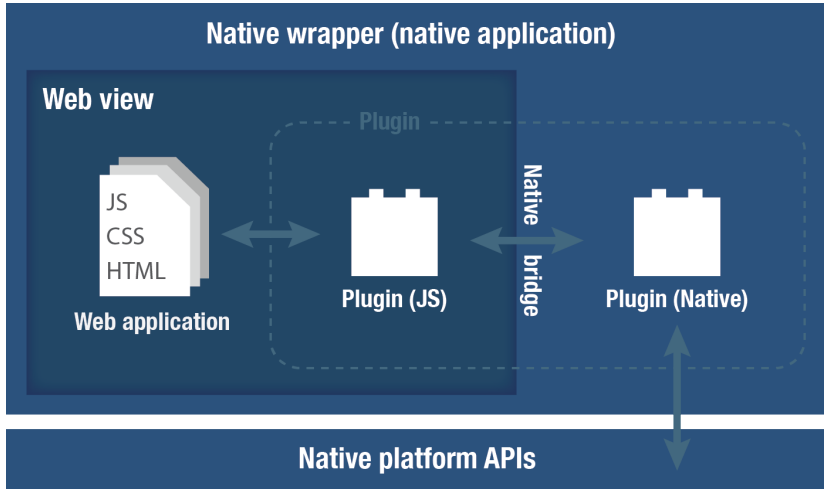
Lyhyt teoriakatsaus: kuvan valotus



Lyhyt teoriakatsaus

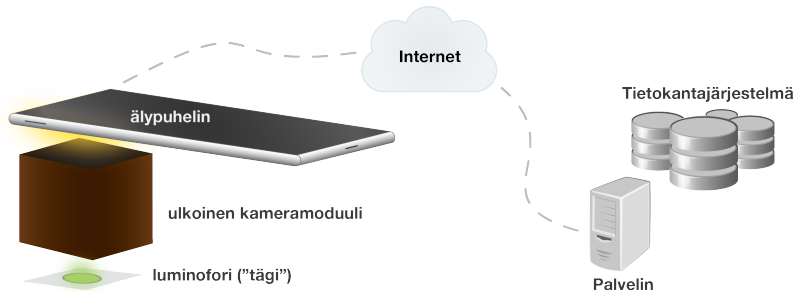
- ▶ fotoluminesenssi: valon fotonin virittää elektronin ylemmälle viritystilalle, jonka purkautuessa atomi emittoi valoa (väriä)
- ▶ kuvan valottumiseen vaikuttaa pääsääntöisesti 3 tekijää: linssin aukkokoko, valotusaika ja sensorin herkkyys (ISO)
- ▶ **hybridimobiilisovellus** mahdollistaa web-teknologioiden hyödyntämisen natiivisovelluksen kehittämisessä

Lyhyt teoriakatsaus: hybridisovelluksen rakenne

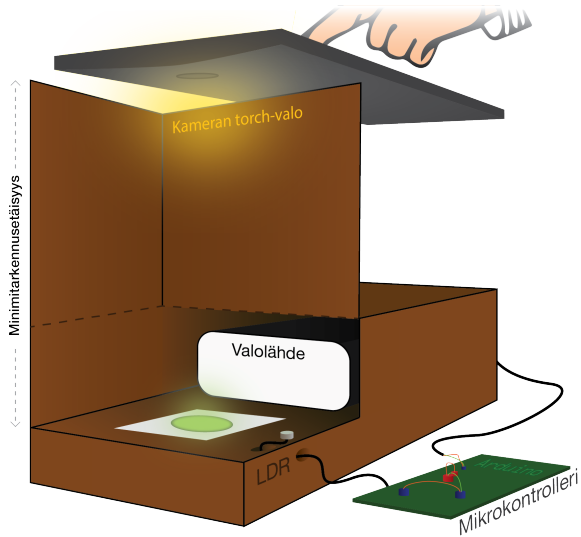


- ▶ luminoforin virittäminen ulkoiseen **kameramoduuliin** integroidun valolähteen (Yongnuo YN565EX) avulla
- ▶ emission (värimuutoksen) kaappaaminen: **n** kappaletta kuvia **m** millisekunnin välein minimitarkennusetaisyydeltä
- ▶ YCbCr-RGB-HSV-muunnos \Rightarrow dominoivat värisävyt (hue) \Rightarrow sormenjälki (matriisi)
- ▶ Sormenjälkien vertailu värisävyn arvo ja intensiteetin perusteella (Hungarian algorithm)

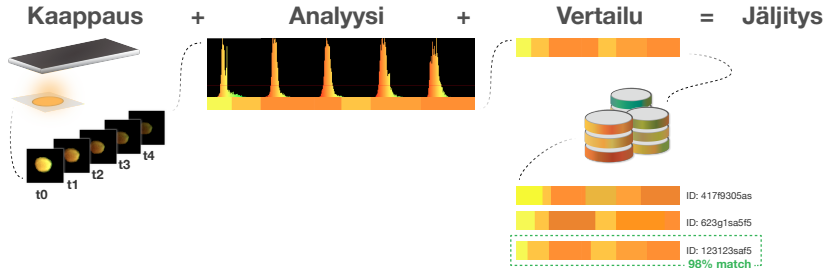
Toteutus: arkkitehtuuri karkealla tasolla



Toteutus: kameramoduuli



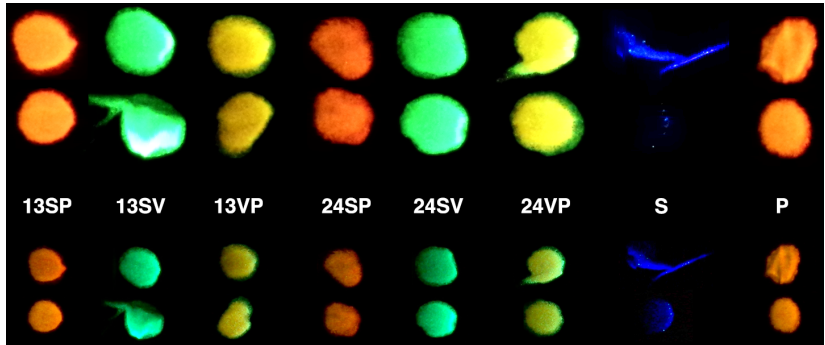
Toteutus: jäljitys (tracing)



Tulokset ja tutkimushaasteet

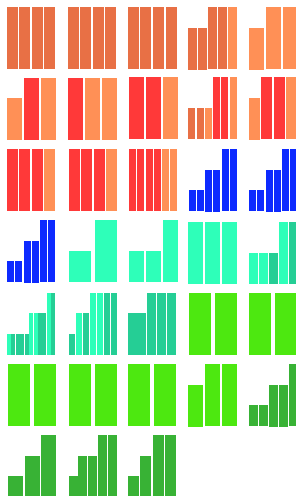
- ▶ $16 \text{ luminoforia} \times 9 \text{ kuvausprofiilia} = 144 \text{ uniikkia tägiä}$
- ▶ Kaksi eri kuvadatan vertailumetodia: sormenjälki- sekä histogrammipohjainen menetelmä
- ▶ Pitempi kaappausaikaväli parantaa tarkkuutta
- ▶ Luminoforien valmistusprosessilla on suuri vaikutus: sammumisnopeus, konsentraatioerot, viritysaallonpituus
- ▶ Haasteita: viritysvälin ja luminoforin yhteensovittaminen, luminoforien syntetisointi ja kestävyys (e.g. photobleach)

Tulokset ja tutkimushaasteet: luminoforit

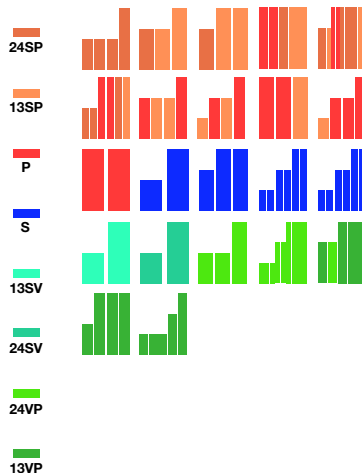


Tulokset ja tutkimushaasteet: vertailumetodit

Histogram method
(33 clusters incl. 137 fingerprints)



Fingerprint method
(22 clusters incl. 96 fingerprints)



Tulokset ja tutkimushaasteet: tulokset ($B_{count} = 1$)

Method	Fingerprint	Histogram
Success Rate	37,50%	44,44%
Precision	93,52%	100%
Matched Taggant	75,69%	88,89%
Matched Preset	55,56%	70,39%
Misses	12,50%	6,25%

Tulokset ja tutkimushaasteet: artefakteja

