

University of Groningen

## Modeling Affective State using Learning Vector Quantization

de Vries, Jan

**IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.**

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*

2014

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

de Vries, J. (2014). *Modeling Affective State using Learning Vector Quantization*. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. [S.n.].

### Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

### Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

*Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.*

---

## Samenvatting

**D**it proefschrift bestudeert verschillende Lerende Vector Quantisatie (LVQ) algoritmen in een gesimuleerde omgeving. Het gebruikte model, bestaande uit hoog dimensionale isotropische centra, maakt een gedetailleerde studie van de dynamica van het leerproces mogelijk. De resultaten geven aan dat LVQ 2.1 asymptotisch optimaal kan presteren ondanks het optreden van stabiliteitsproblemen veroorzaakt door divergerende prototypes. Toevoeging van een venster, in LFM-W, levert convergerende prototypes mits de grootte van het venster goed gekozen wordt. De methode wordt daardoor echter wel meer afhankelijk van parameterkeuze voor het behalen van optimale prestaties. Waar GLVQ last heeft van zowel divergentie als van afhankelijkheid van parameterkeuze, combineert RSLVQ de voordelen en is, zoals de naam suggereert, robuuster met betrekking tot de keuze van parameters. Met beperkte parameteroptimalisatie bereikt RSLVQ nagenoeg optimale asymptotische prestaties. De leersnelheid van RSLVQ is echter wel sterk afhankelijk van de venstergrootte.

Affectieve informatica omvat het toepassen van computers in het bestuderen van emoties, stemmingen, stress en andere affectieve fenomenen. Ondanks dat affect al geruime tijd in de psychologie wordt bestudeerd, staat de affectieve informatica nog relatief in de kinderschoenen en biedt nog altijd interessante uitdagingen aan de informatica, vooral als toepassingsgebied van zelflerende systemen. Naast eerder genoemde gecontroleerde omstandigheden, hebben wij de prestaties van LVQ bestudeerd in toepassingen op verschillende affectieve classificatietaken. Voor zover wij weten, zijn wij de eersten die LVQ hebben toegepast op drie affectieve uitdagingen uit het dagelijks leven. RSLVQ toonde ook hier robuustheid en presteerde goed als affectieve classifier, evenals GMLVQ en SVM. Deze resultaten werden behaald na toepassing op affectieve informatie vanuit de volgende drie perspectieven:

**Lijf** In een grootschalige studie zijn huidgeleiding, ademhaling en hartactiviteit gemeten in semi-gecontroleerde omstandigheden. Een verscheidenheid aan kenmerken uit deze signalen werd gebruikt als invoer voor de classificatoren die zowel op uni- als op multimodale invoer getraind zijn. De LVQ technieken behaalden tot

87.6% accuratesse en een oppervlakte onder de ROC-curve van 0.95 in het onderscheiden van stress van relaxatie als tweeklasse-probleem. Relevantie-leermethoden gaven aan dat de meeste informatie voor deze taak in het hartsignaal gevonden werd, met name in de tijdsdomein hartslagvariatiekenmerken. Naast veelgebruikte kenmerken, hebben we ook enkele nieuwe bestudeerd, waarvan hartslagvariatie in het zeer-hoge frequentiegebied een zeer waardevolle aanvulling bleek te zijn. De best presterende algoritmen op deze taak waren GMLVQ, RSLVQ en lineaire SVM. Onderling verschilden de prestaties slechts enkele procentpunten.

**Gelaat** We hebben een classifier voor herkenning van gelaatsuitdrukkingen gemaakt op basis van LBP kenmerken, die lokale textuur van foto's representeren. Lineaire SVM presteerde het best, met een accuratesse van 94.5% in geval van 6 klassen en 93.2% in geval van 7 klassen, op de voet gevolgd door RSLVQ. De impliciete relevanties, gevonden middels RSLVQ, gaven inzicht in de meest belangrijke kenmerken, die voornamelijk van de mond- en oog-regio's bleken te komen. De belangrijkste LBP kenmerken uit deze regio's bevestigen dat het openen/sluiten van de mond de belangrijkste differentiator is die de classifier geleerd heeft.

**Brein** De cognitieve processen die betrokken zijn bij de emotionele interpretatie van stimuli, worden beschreven in theorieën van cognitieve beoordeling. Er bestaan verschillende cognitieve beoordelingsmodellen die emotionele interpretatie uitsplitsen op verschillende dimensies. In onze studie hebben we emoties opgewekt en de waarden van bijbehorende beoordelingsdimensies gemeten. In de classificatie van 5 emotieklassen presteerden RSLVQ en SVM even goed met een accuratesse van 54.5% en Cohen's Kappa van 0.42. In vergelijking met een eerder gepubliceerde studie is dat een 5 procentpunt hogere accuratesse en een 0.05 hogere Kappa. Door de ruis in deze dataverzameling presteerde GMLVQ minder goed, op het niveau van GLVQ.

Wanneer we de drie experimenten vergelijken, zien we dat GLVQ en GRLVQ last hebben van stabiliteitsproblemen, net als in de gesimuleerde omgeving. RSLVQ en lineaire SVM presteerden op of boven het niveau van bestaande studies. GMLVQ presteerde slecht in een omgeving gekenmerkt door veel ruis, maar zeer goed in de relatief makkelijkere classificatietaken. De rekenkosten die gepaard gaan met het leren van relevanties in LVQ waren helaas te groot om GMLVQ toe te passen op de classificatie van gelaatsuitdrukkingen.

Voor ieder van de drie bovengenoemde affectieve domeinen hebben we potentiële toepassingen en prototypes beschreven. De *Vitaliteitsarmband* meet in het

dagelijks leven stressniveaus middels huidgeleiding en geeft een signaal in geval van hoge stress, waarop een begeleide ademhalingsoefening wordt aangeboden met als doel de gebruiker te kalmeren. De gelaatsuitdrukkingsherkenning werd toegepast op verschillende iconische gezichten waaronder de Mona Lisa, Bill Clinton en Albert Einstein. De *Empatische Fotolijst* laat foto's zien die passen bij een gewenste emotie en gebruikt daarbij representaties van de foto's, alsmede emoties in de wetenschappelijke ruimte, die opgespannen wordt door de affectieve beoordelingsdimensies.

