

Visualisierung kontinuierlicher, multimodaler Schmerz Scores am Beispiel akustischer Signale

Masterarbeit

Franz Anders
HTWK Leipzig

Januar 2017

Abstract

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Grundlagen der medizinischen Schrei-Forschung	6
2.1	Physio-akustische Modellierung des Weinens	7
2.2	Schmer Scores	7
3	Grundlagen der Signalverarbeitung	10
3.1	Statistische Merkmale von Signalen	11
3.2	Faltung	11
3.3	Transformationen	11
3.3.1	Fourier-Transformation	11
3.3.2	Laplace-Transformation	11
3.3.3	Z-Transformation	11
3.4	Filter	11
3.5	akustische Modellierung der menschlichen Stimme	11
3.6	Feststellung von Periodizität in Signalen	11
3.6.1	Zero-Crossing-Rate	11
3.6.2	Methoden des Frequenzbereiches	11
3.6.3	Autokorrelation	11
3.6.4	Cepstrum	11
4	Grundlagen der Klassifikation	12
4.1	Güte binärer Klassifikatoren	13
4.2	Klassifikationsalgorithmen	13
4.2.1	CARD	13
4.2.2	Andere	13
5	System zur Visualisierung akustischer Schmerz-Scores	14
5.1	Architektur	14
5.2	Voice Activity Detection	14
5.3	Segmentierung	14
5.4	Feature-Extraction	14
5.5	Ableitung der Schmerz-Scores	14
5.6	Visualisierung	14
6	Zusammenfassung	15

Abbildungsverzeichnis

1 Einleitung

2 Grundlagen der medizinischen Schrei-Forschung

2.1 Physio-akustische Modellierung des Weinens

2.2 Schmer Scores

Bei erwachsenen Menschen wird der Schmerzgrad typischerweise durch eine Selbsteinschätzung des Patienten unter der Leitung gezielter Fragen des Arztes vorgenommen. Bei Kindern unter 3 Jahren ist diese Selbsteinschätzung nicht möglich. Schmerz drückt sich in Veränderungen des psychologischen, körperlichen und biochemischen Verhaltens des Säuglings aus. Die für den Arzt am leichtesten feststellbaren Verhaltensänderungen sind von außen wahrnehmbare Merkmale, wie zum Beispiel ein Verkrampfen des Gesichtsausdrucks, erhöhte Körperbewegungen oder lang anhaltendes Weinen. Um eine weitestgehend objektive Schmerzfeststellung zu ermöglichen, wurden sogenannte *Pain-Scores* entwickelt, die durch ein Punktesystem den insgesamten Schmerzgrad des Babies quantifizieren.[10] Es existieren *eindimensionale* Pain-Scores, die den Schmerz nur aufgrund der Beobachtung eines Merkmals beurteilen, so wie beispielsweise die reine Beurteilung des Gesichtsausdrucks. *Mehrdimensionale* (auch *multimodale*) Pain-Scores beziehen mehrere Faktoren in das Scoring mit ein.[1]. Tabelle 2.1 zeigt das Scoring-System „Neonatal Infant Pain Scale“ (NIPS) als Beispiel für eine multimodale Pain-Score. Der Säugling wird anhand der aufgeführten Kategorien bewertet und alle vergebenen Punkte aufsummiert. Ein insgesamten Wert von > 3 zeigt Schmerz an, ein Wert von > 4 großen Schmerz.[5]

Tabelle 2.1: NIPS-Scoring

NIPS	0 points	1 point	2 points
Facial Expr.	Relaxed	Contracted	-
Cry	Absent	Mumbling	Vigorous
Breathing	Relaxed	Different than basal	-
Arms	Relaxed	flexed/stretched	-
Legs	Relaxed	flexed/stretched	-
Alertness	Sleeping	uncomfortable	-

In den meisten mehrdimensionalen Scoring-Systeme werden die Schreigeräusche mit einbezogen. Tabelle 2.2 zeigt eine Übersicht über eine ausgewählte Menge an multimodalen Pain-Scores. Alle Pain-Scores sind für Kleinkinder bis 3 Jahren gedacht. In der Übersicht wird nicht wiedergegeben, welche weiteren Merkmale jeweils in das Scoring mit einbezogen werden, oder welche Ingesamtpunktzahlen auf welche Schmerzintensität hinweisen. Es soll an dieser Stelle nur verdeutlicht werden, welche unterschiedlichen Ansätze zur Bewertung des Schreiens aus medizinischer Sicht im Zusammenhang mit Pain-Scores existieren. Folgende Beobachtungen lassen sich aus der Übersicht ziehen:

1.) Die zu beobachtenden Eigenschaften des Weinens werden mit subjektiv behafteten Werten charakterisiert. Beispielsweise wird im N-PASS-System ist ein Schmerz-Schrei

als „High-pitched or silent-continuous crying“ beschrieben. Es wird nicht fest definiert, was als „crying“ gilt oder welche Tonhöhe als „high-pitched“ ist. Auch die Erstquellen geben keine festen Definitionen.

2.) Es gibt verschiedene Ansätze zur Bewertung des Weinens. Bei CRIE ist die Tonhöhe, bei BIIP die Länge und bei COMFORT die Art des Weinens entscheidend.

3.) Die Beschreibungen sind kurz und prägnant gehalten, der Arzt hat in keinem der Modelle auf mehr als drei Parameter des Schreiens zu achten. Die Begründung liegt darin, dass bei allen Modellen a.) das Schreien nur eines von mehreren Faktoren ist, und b.) Die Schmerzbestimmung in einem vorgegebenen Zeitrahmen durchführbar sein muss.

Tabelle 2.2: Übersicht über Pain-Scores

System	P.	Description
FLACC[12]	0	No cry (awake or asleep)
	1	Moans or whimpers; occasional complaint
	2	Crying steadily, screams or sobs, frequent complaints
N-PASS[11]	-2	No cry with painful stimul
	-1	Moans or cries minimally with painful stimuli
	0	Appropriate Crying
	1	Irritable or Crying at Intervals. Consolable
	2	High-pitched or silent-continuous crying. Not consolable
BIIP[4]	0	No Crying
	1	Crying <2 minutes
	2	Crying >2 minutes
	3	Shrill Crying >2 minutes
CRIES[2]	0	If no cry or cry which is not high pitched
	1	If cry high pitched but baby is easily consoled
	2	If cry is high pitched and baby is inconsolable
COVERS[7]	0	No Cry
	1	High-Pitched or visibly crying
	2	Inconsolable or difficult to soothe
PAT[6]	0	No Cry
	1	Cry
DAN[3]	0	Moans Briefly
	1	Intermittent Crying
	2	Long-Lasting Crying, Continuous howl
COMFORT[8]	0	No crying
	1	Sobbing or gasping
	2	Moaning
	3	Crying
	4	Screaming
MBPS[9]	0	Laughing or giggling
	1	Not Crying
	2	Moaning quiet vocalizing gentle or whimpering cry
	3	Full lunged cry or sobbing
	4	Full lunged cry more than baseline cry

3 Grundlagen der Signalverarbeitung

3.1 Statistische Merkmale von Signalen

3.2 Faltung

3.3 Transformationen

3.3.1 Fourier-Transformation

3.3.2 Laplace-Transformation

3.3.3 Z-Transformation

3.4 Filter

3.5 akustische Modellierung der menschlichen Stimme

3.6 Feststellung von Periodizität in Signalen

3.6.1 Zero-Crossing-Rate

3.6.2 Methoden des Frequenzbereiches

3.6.3 Autokorrelation

3.6.4 Cepstrum

4 Grundlagen der Klassifikation

4.1 Güte binärer Klassifikatoren

4.2 Klassifikationsalgorithmen

4.2.1 CARD

4.2.2 Andere

5 System zur Visualisierung akustischer Schmerz-Scores

5.1 Architektur

5.2 Voice Activity Detection

5.3 Segmentierung

5.4 Feature-Extraction

5.5 Ableitung der Schmerz-Scores

5.6 Visualisierung

6 Zusammenfassung

Literaturverzeichnis

- [1] K J S Anand. *Pain in Neonates and Infants*. Elsevier, 2007.
- [2] Judy Bildner. *CRIES Instrument Assessment Tool of Pain in Neonates*. City of Hope Pain, 1997. Online unter <http://prc.coh.org/pdf/CRIES.pdf>.
- [3] R Sisto & Giuseppe Buonocore Carlo Bellieni, Franco Bagnoli. Cry features reflect pain intensity in term newborns: An alarm threshold. *Pediatric Research*, 5:142–146, 1. Online unter https://www.researchgate.net/publication/297827342_Cry_features_reflect_pain_intensity_in_term_newborns_An_alarm_threshold.
- [4] Jan Hamers & Peter Gessler Eva Cignac, Romano Mueller. Pain assessment in the neonate using the Bernese Pain Scale for Neonates. *Early Human Development*, 78(2):125–131, 2004. Online unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378378204000337>.
- [5] Health Facts For You. *Using Pediatric Pain Scales Neonatal Infant Pain Scale (NIPS)*, 2014. Online unter <https://www.uwhealth.org/healthfacts/parenting/7711.pdf>.
- [6] Hodgkinson. Neonatal Pain Assessment Tool , 2012. Online unter http://www.rch.org.au/uploadedFiles/Main/Content/rchcpg/hospital_clinical_guideline_index/PAT%20score%20update.pdf.
- [7] Donna Geiss Laura Wozniak & Charles Hall Ivan Hand, Lawrence Noble. COVERS Neonatal Pain Scale: Development and Validation. *International Journal of Pediatrics*, 2010, 2010. Online unter <https://www.hindawi.com/journals/ijpedi/2010/496719/>.
- [8] Hans M Koot Dick Tibboel Jan Passchier & Hugo Duivenvoorden Monique van Dijk, Josien de Boer. The reliability and validity of the COMFORT scale as a postoperative pain instrument in 0 to 3-year-old infants. *Pain*, 84(2):367—377, 2000. Online unter <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304395999002390>.
- [9] Taddio Nulman. A revised measure of acute pain in infants. *J Pain Symptom Manage*, 10:456–463, 1995. Online unter [http://geriatricphysio.yolasite.com/resources/Modified%20Behavioral%20Pain%20Scale%20\(MBPS\)%20in%](http://geriatricphysio.yolasite.com/resources/Modified%20Behavioral%20Pain%20Scale%20(MBPS)%20in%20)

20infants.pdf.

- [10] J L Mathew P J Mathew. Assessment and management of pain in infants. *Postgrad Med J*, 79:438–443, 2003. Online unter <http://pmj.bmj.com/content/79/934/438.full>.
- [11] Steven Creech & Marc Weiss. Patricia Hummel, Mary Puchalski. N-PASS: Neonatal Pain, Agitation and Sedation Scale – Reliability and Validity. *Pediatrics/Neonatology*, 2(6), 2004. Online unter <http://www.anestesiarianimazione.com/2004/06c.asp>.
- [12] J R Shayevitz & Shobha Malviya Sandra Merkel, Terri Voepel-Lewis. The FLACC: A Behavioral Scale for Scoring Postoperative Pain in Young Children. *Pediatric Nursing*, 23(3):293–7, 1996. Online unter https://www.researchgate.net/publication/13998379_The_FLACC_A_Behavioral_Scale_for_Scoring_Postoperative_Pain_in_Young_Children.