

Обзор существующих методик анализа активности младенцев

Михайлов И. О.
2021

Методы

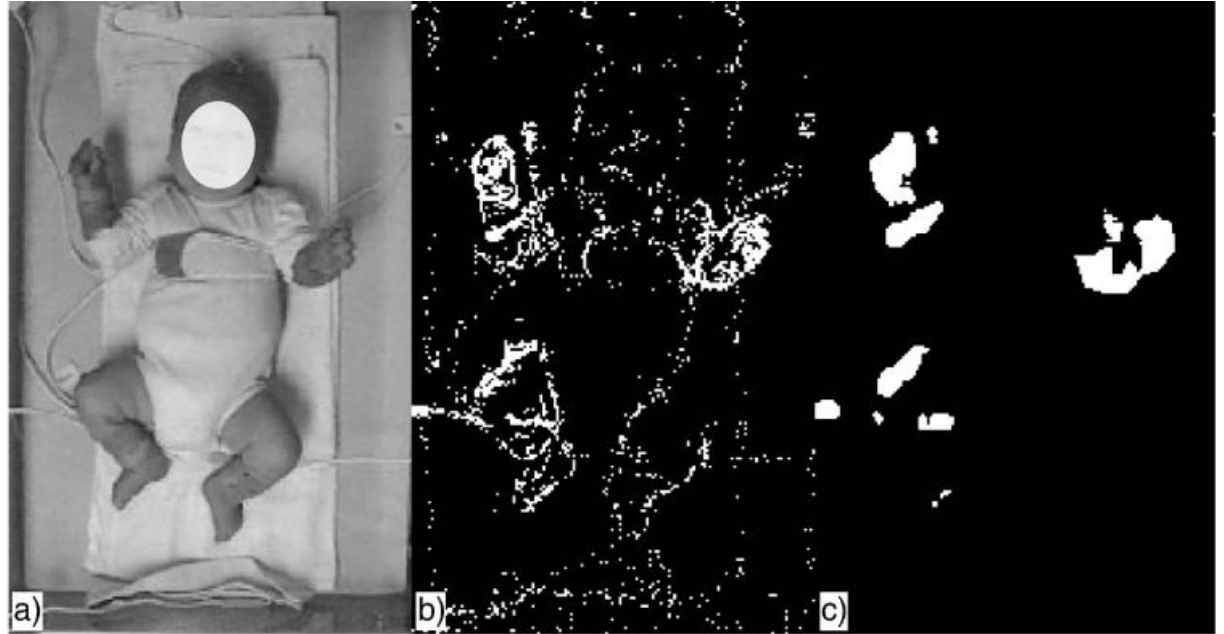
- Центроиды
 - Диаграммы движений
 - Поиск корреляции между диагнозом и активностью
- Использование меток
- Оптический поток
- Построение скелетной модели
 - На основе RGB + Depth
 - На основе RGB на базе OpenPose
 - На основе RGB на своей технологии
- Использование множества камер и датчиков
- Публикация не совсем по теме

Центроиды, диаграммы движений

Рассмотрено более 100 детей
Задача: выявление
нарушений развития по
оценке активности
Анализ видео

Оценка двигательной
активности с помощью
построения диаграмм
движений (motiongrams).

Алгоритмами фильтрации
строится локальная
активность.



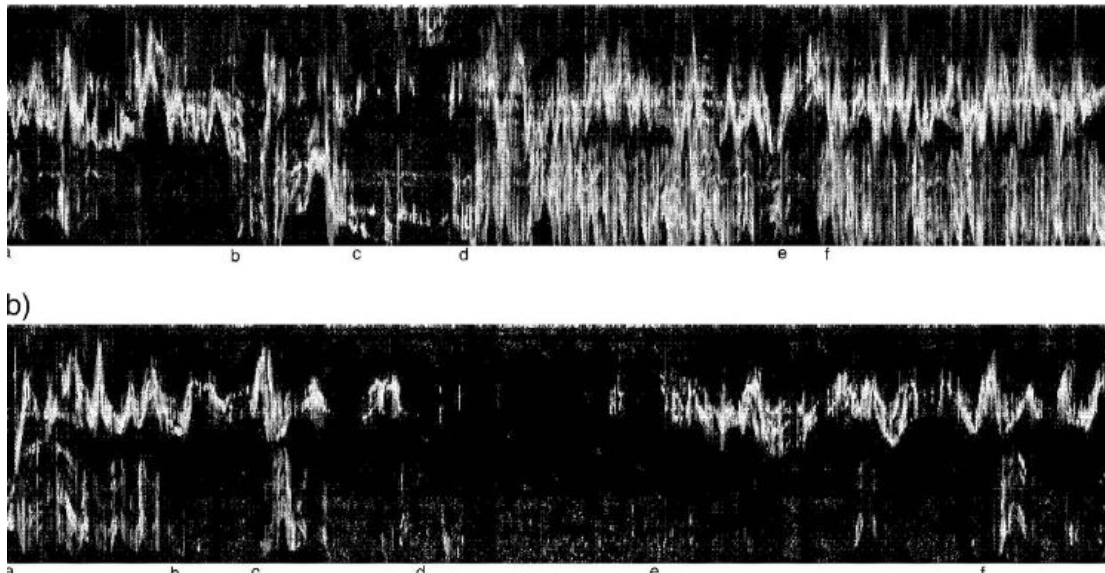
а) исходное видео. б) активность с шумами. в) итоговая
активность для оценивания

Центроиды, диаграммы движений

Оценка двигательной активности с помощью построения диаграмм движений (motiongrams).

Локальная активность суммируется построчно в один столбец (чтобы различать активность рук/ног) и затем такие столбцы объединяются в один кадр где по горизонтальной оси - время.

Также описывается анализ динамики центроидов.

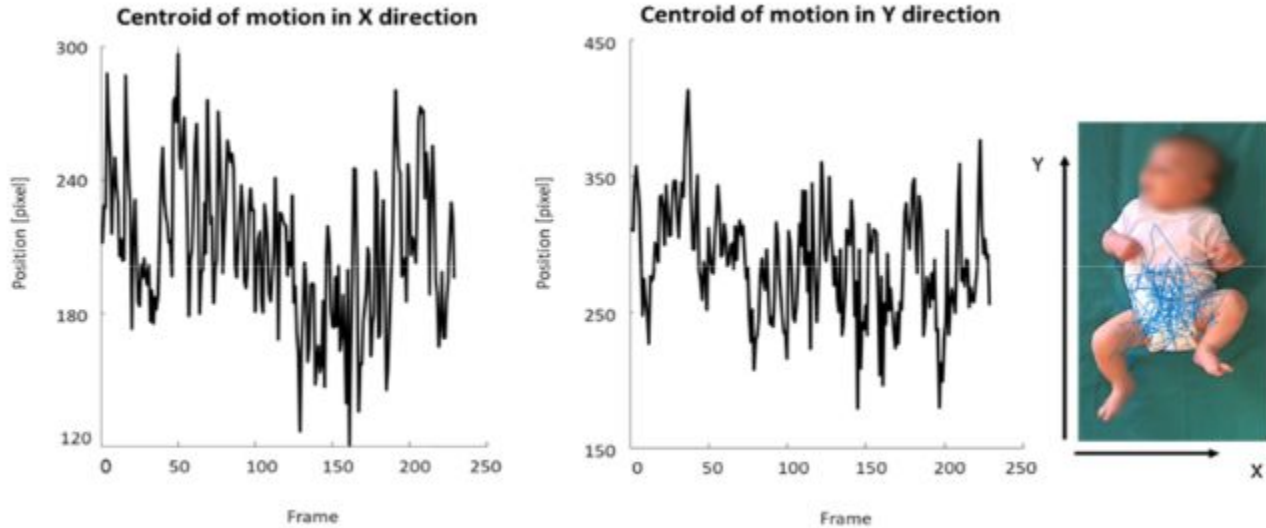


На верхнем изображении здоровый ребенок, на нижнем с нарушениями.

Поиск корреляции между диагнозом и активностью

Порядка 100 детей: 53 здоровых, 50 с нарушениями. RGB видео.

Поиск корреляции между нарушениями развития и оценкой центроида.



Поиск корреляции между диагнозом и активностью

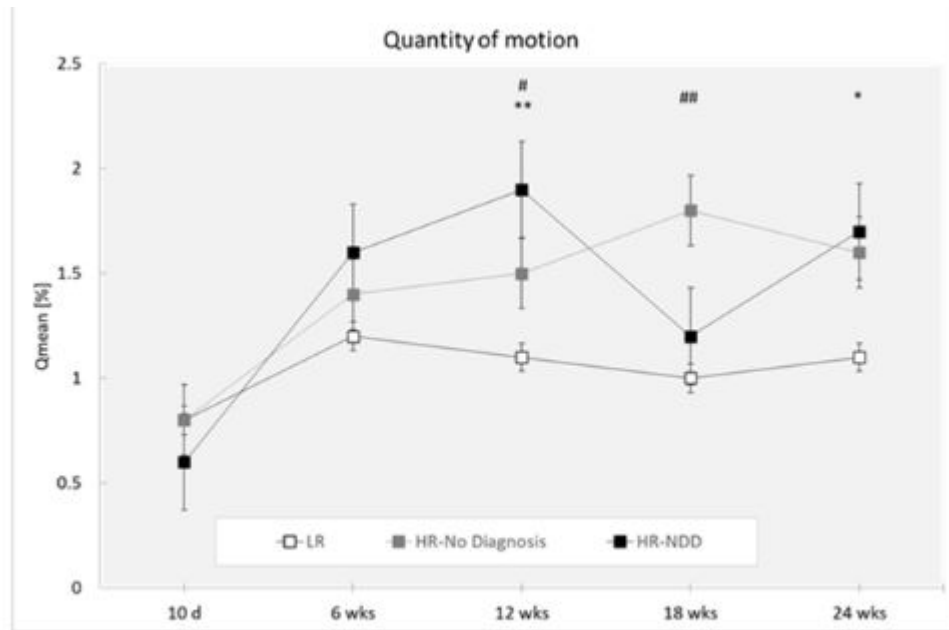
Сам анализ в статье основан на анализе динамики центра движения (положение, скорость и ускорение) и не является достаточно интересным.

Наибольший интерес в статье представляют таблицы (средние значения) построенные для разных диагнозов и возрастов младенцев, что позволяет увидеть динамику изменения оцениваемых параметров.

LR - низкий риск

HR- высокий риск

NDD - расстройства нервного развития



Использование меток

12 детей

Задача: Поиск корреляции между возрастом и активностью ребенка.

Оборудование: 8 ИК-камер и маркеры

Оценивают достаточно необычные (по сравнению с другими публикациями) параметры: между расстояние ладонями и от ладони до центральной линии тела (маховая сажень), а также высота поднятия рук над плоскостью земли (антигравитационные движения)



Оптический поток

152 видео

Задача: автоматическая оценка перспективы моторного развития по видео.

На входе было 589 видео, качественных из них 192 и них только 152 без каких либо проблем(повторные, явные нарушения развития)

Для анализа использовалось вычисление оптического потока и применение маски по цвету кожи младенца.

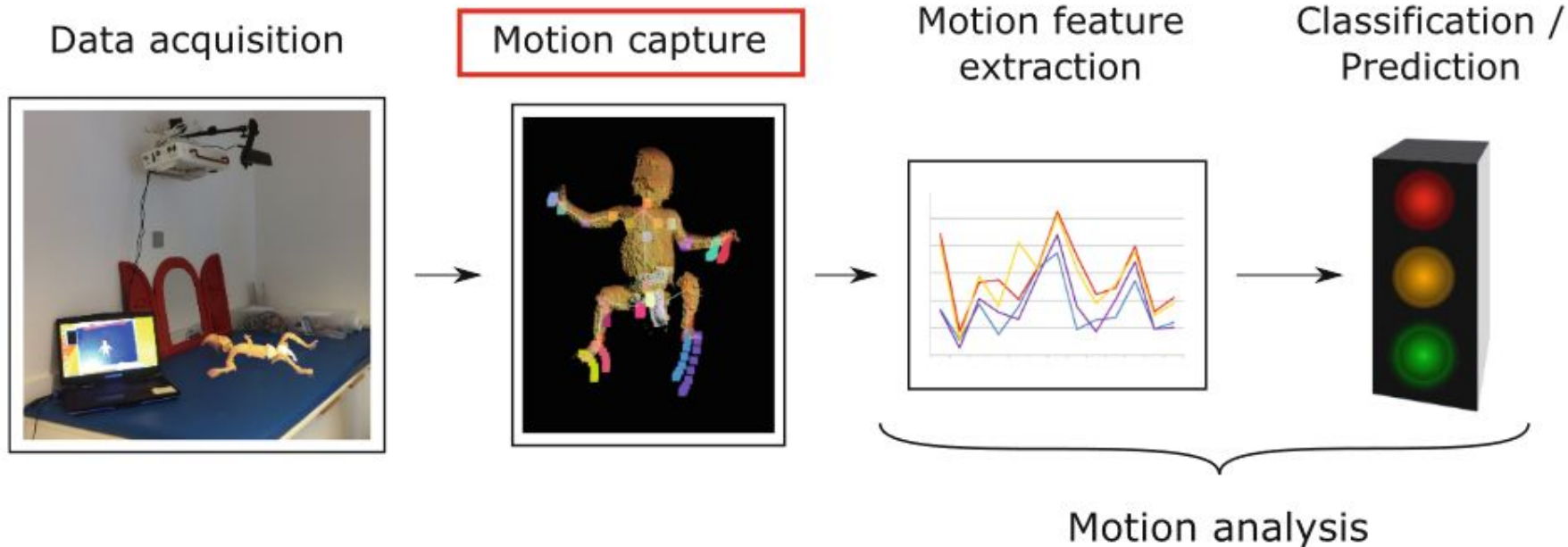


Изображение из другой статьи

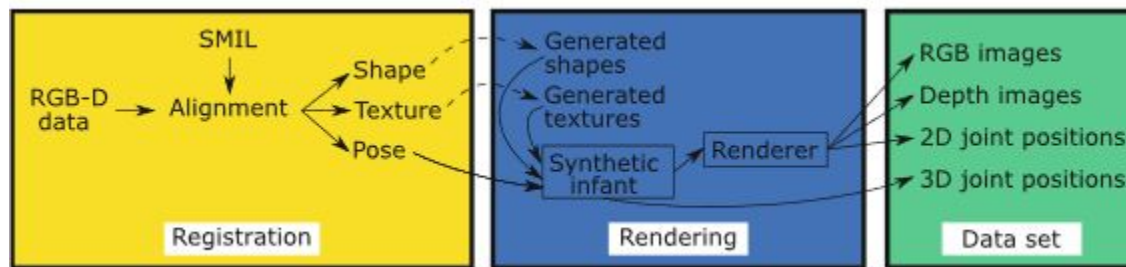
Построение скелетной модели, на основе RGB + Depth

12 видео RGB+Depth

Задача оценка развития и выявление патологий с помощью скелетной модели



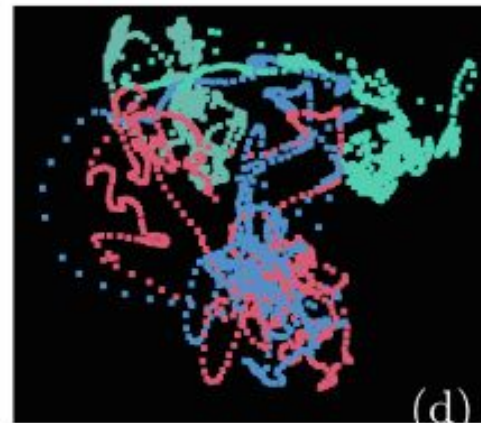
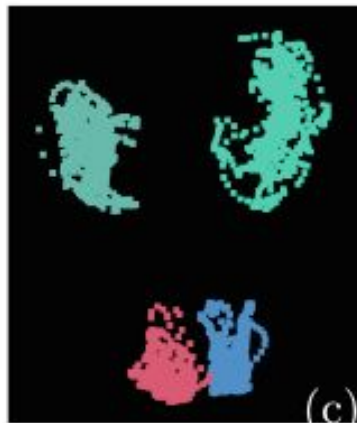
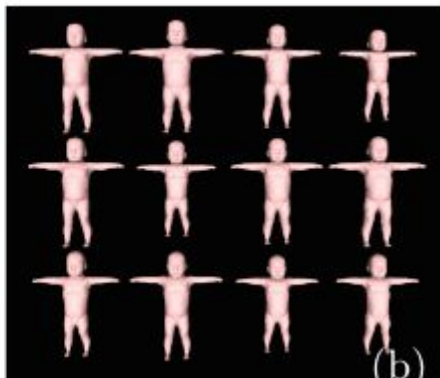
Построение скелетной модели, на основе RGB + Depth



Для построения 3д модели используется методика Skinned Multi-Infant Linear основанная на Skinned Multi-Person Linear Model (для взрослых людей). Данная методика восстанавливает 3д модели на основе rgb изображений и карт глубины.

Большой интерес в этих методиках представляет то, что в ней рассматривается построение 3д модели, текстуры и генерация синтетических данных. Это может использоваться как для создания синтетических дата-сетов обучения других классификаторов, так и для анонимизации данных.

Построение скелетной модели, на основе RGB + Depth



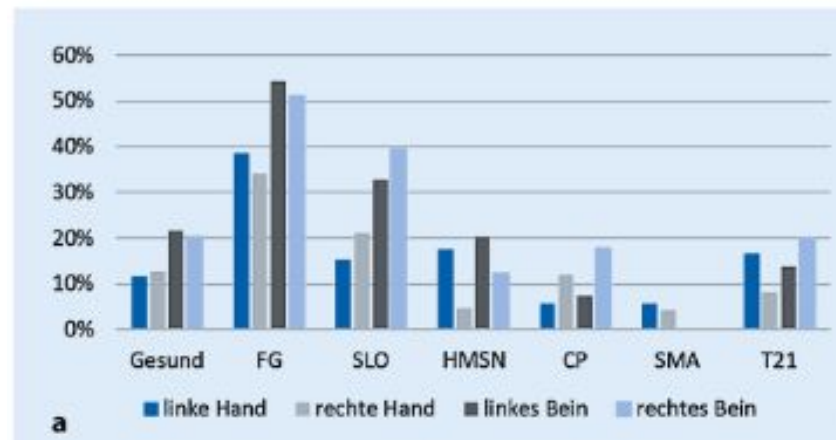
Построенные 3д модели и карта текстур

Движение кистей и ступней младенца.

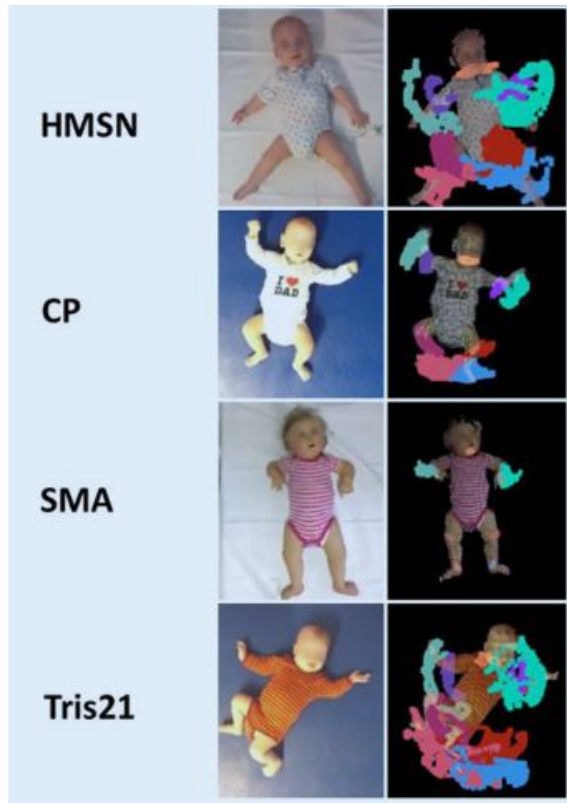
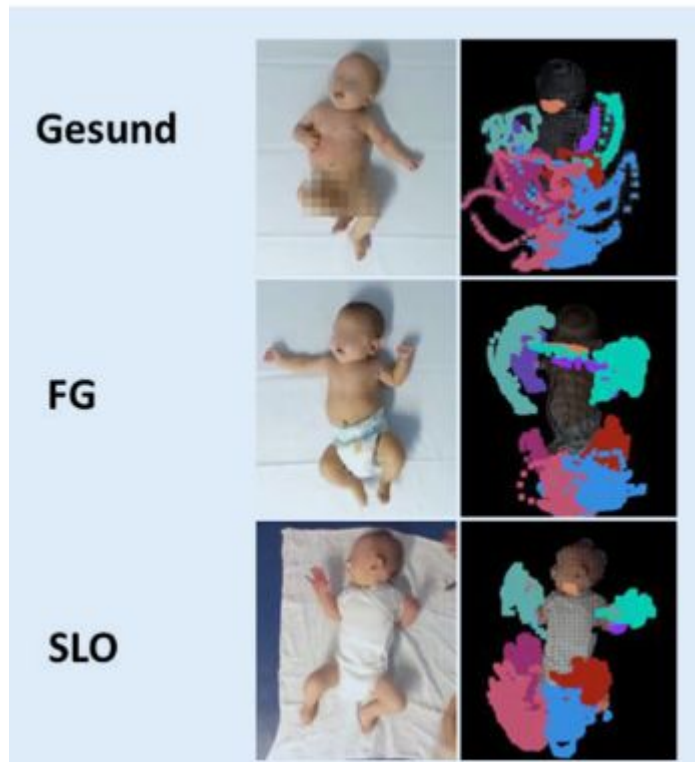
Построение скелетной модели, на основе RGB + Depth

Публикация на немецком, в ней рассмотрены персональные нарушения развития у конкретных детей.

Насколько я могу судить нарушения развития довольно сильны и явные, поэтому они приведены скорее в качестве примера.



Построение скелетной модели, на основе RGB + Depth



- Gesund здоровый
- FG - недоношен, незначительные нарушения
- SLO - Синдром Смита — Лемли — Опица
- HMSN - Наследственная моторно-сенсорная нейропатия
- CP - ДЦП
- SMA - спинальная мышечная атрофия
- Tris21 - синдром дауна

Построение скелетной модели на базе OpenPose

21 RGB видео (14 здоровых, 7 с нарушениями)

Задача оценка развития с помощью скелетной модели

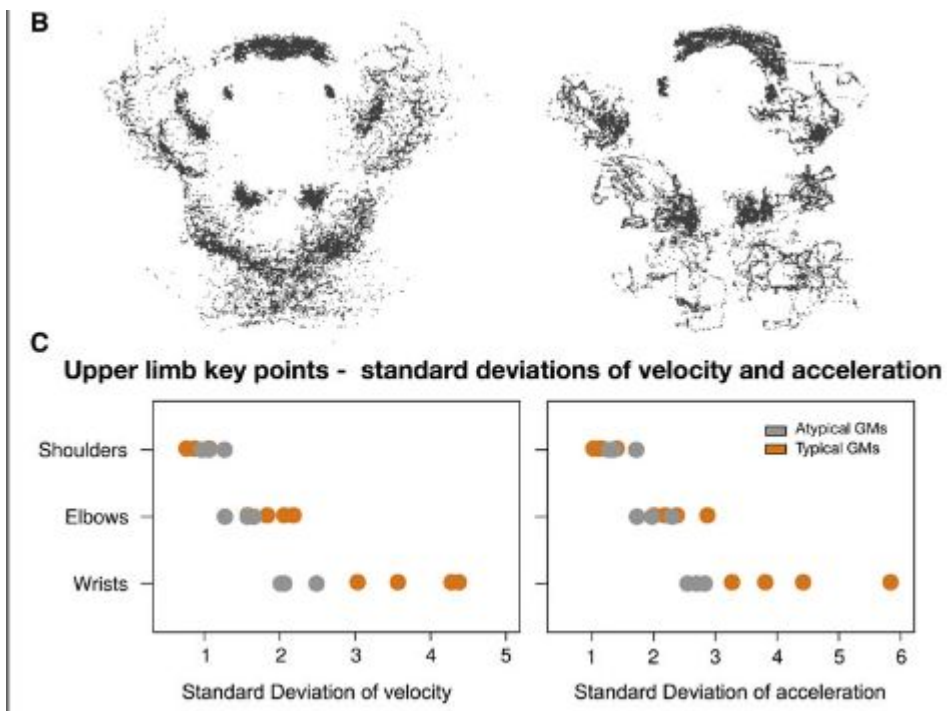
Анализ на RGB-видео основе OpenPose, но с дополнительными наработками от Neuro Event Labs.

Оценка на базе методики Прехтла.



Построение скелетной модели на базе OpenPose

По скелетной модели для ключевых точек строятся параметры скорости и ускорения различных и оцениваются показатели для здоровых детей и детей с нарушениями.



Скелетная модель, на основе RGB на своей технологии

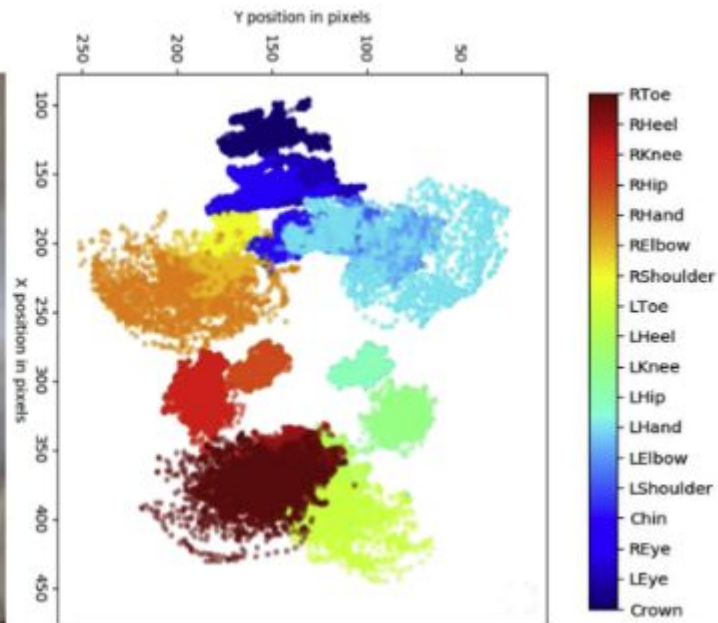
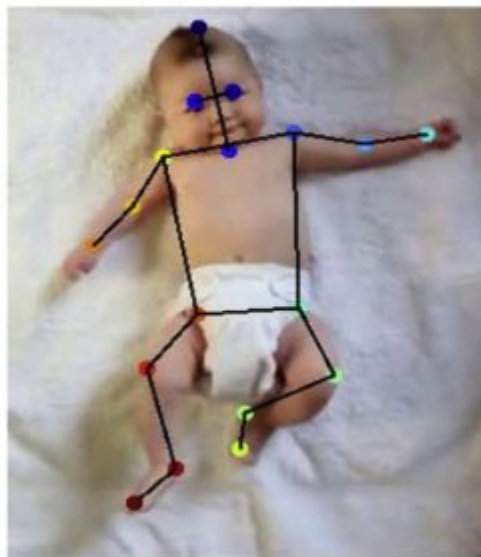
510 видео

Задача построить скелетную модель.

Обучали нейронную сеть с нуля, на 100 видео с ручной разметкой.

Выбросы траекторий исключались отсечением по медиане абсолютной разницы между вычисленными расстояния и затем интерполированные.

К сожалению статья короткая.



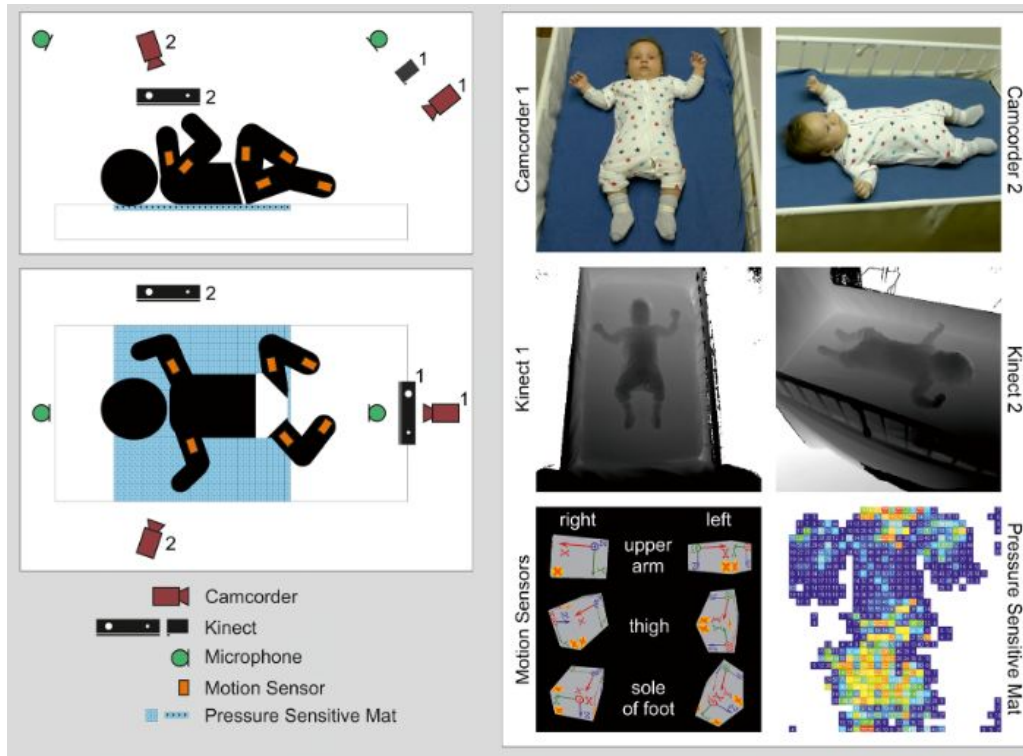
Использование множества камер и датчиков

2017

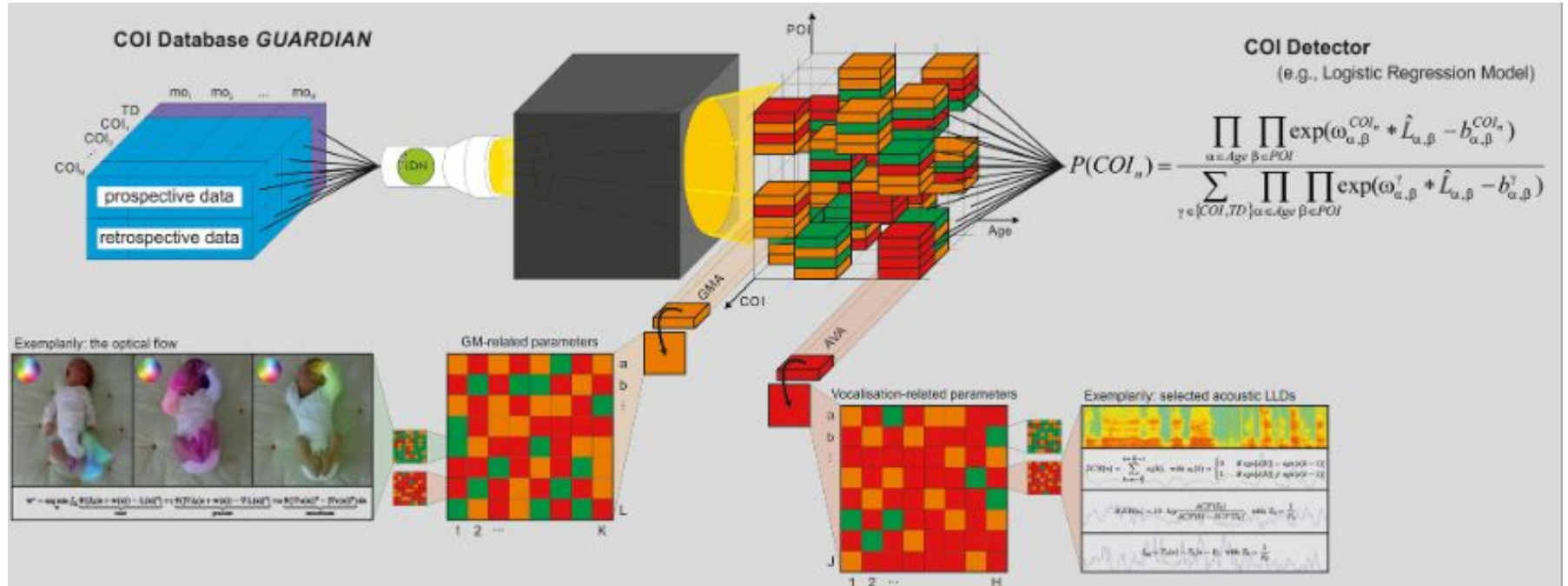
Задача: выявление конкретных патологий

Количество детей в работе не упоминается

Количество и разнообразие датчиков в этой статье впечатляет.

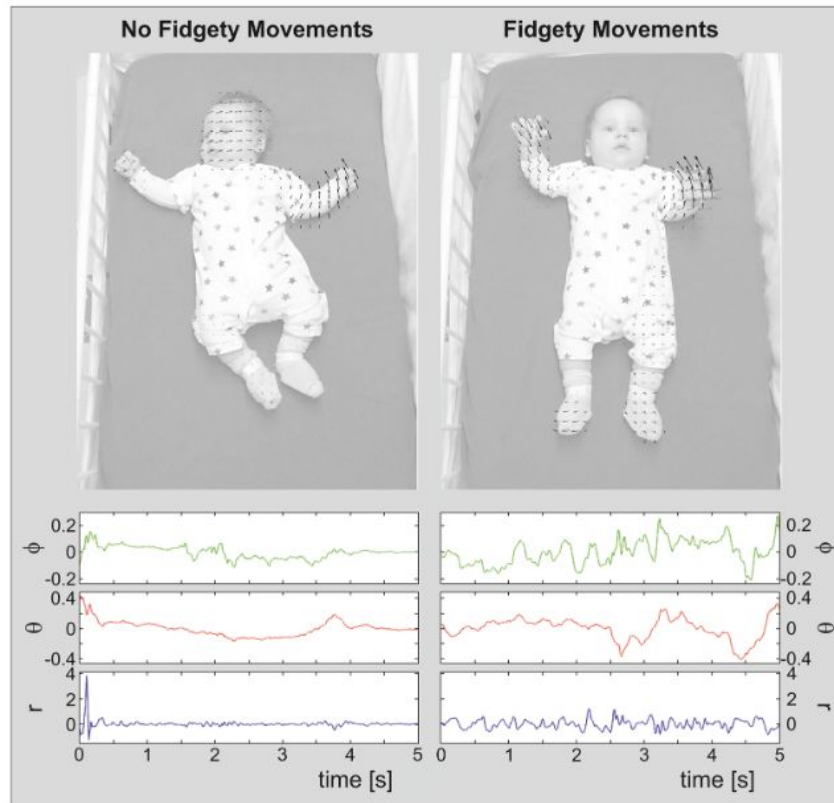


Использование множества камер и датчиков



Использование множества камер и датчиков

- Исследователи столкнулись со сложностями при построении через kinect скелетной модели младенца
- В статье не вполне раскрыт способ получения/сравнения многомерных данных из rgb/depth изображения, упомянуто машинное обучение без детального раскрытия
- Также рассматривали идею использования носимых датчиков
- Довольно интересно что учитывают вокализации



Публикация не совсем по теме

Статья посвящена разработке мобильного приложения для снятия видео с младенцами, с последующим анализом их врачом.

Сам по себе такой анализ не очень интересен, но в качестве метода сбора базы данных достаточно полезен.



Заключение

- Во многих публикациях довольно малое число детей, меньше двух десятков. Это связано с большими юридическими сложностями при получении и обработке видео с детьми.
- Так же для некоторых методик критично качество видео и условия съемки, особенно это проявляется при использовании нестандартных датчиков так как в этом случае нет возможности использовать данные полученные без них или при другом их расположении.

Заключение

- Важным вопросом для систем автоматической диагностики является валидация результатов (для задачи построения скелетной модели валидация проще), лучшим вариантом является отслеживание здоровья ребенка по мере взросления что опять же представляет сложности выходящие за рамки математических задач (согласие родителей, переезд и так далее).
- Наиболее перспективными направлениями мне кажутся анализ RGB видео, как самый из доступных методов и построение синтетических данных так как эти методы в совокупности могут дать огромный объём размеченных данных в любом формате.

Список статей

1. Using computer-based video analysis in the study of fidgety movements, 2009
2. Early Motor Development Predicts Clinical Outcomes of Siblings At High-Risk for Autism: Insight from an Innovative Motion-Tracking Technology, 2020
3. Movement analysis in early infancy: Towards a motion biomarker of age, 2019
4. Computer Vision for Medical Infant Motion Analysis: State of the Art and RGB-D Data Set 2019
5. Analyse der Spontanmotorik im 1. Lebensjahr: Markerlose 3-D-Bewegungserfassung zur Früherkennung von Entwicklungsstörungen, 2020
6. Automated pose estimation captures key aspects of General Movements at 8-17 weeks from conventional videos, 2019
7. Deep learning for automated pose estimation of infants at home from smart phone videos, 2020
8. A Novel Way to Measure and Predict Development: A Heuristic Approach to Facilitate the Early Detection of Neurodevelopmental Disorders, 2017
9. The Baby Moves prospective cohort study protocol: Using a smartphone application with the General Movements Assessment to predict neurodevelopmental outcomes at age 2 years for extremely preterm or extremely low birthweight infants, 2020

Спасибо за внимание