

Title	Gait-based Health Status Assessment by Large-scale Data Collection
Author(s)	Zhou, Chengju
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/72581
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

論文内容の要旨

氏 名 (Chengju Zhou)	
論文題名	Gait-based Health Status Assessment by Large-scale Data Collection (大規模データ収集による歩容からの健康状態推定)
<p>論文内容の要旨</p> <p>The advancements in medical science and technology have given rise to longer life expectancy and increasing rate of survival from severe disease globally in the past decades. As a result, there are more and more demands for healthcare service. Health Monitoring System (HMS), which is used to provide physical/mental health and activity status monitoring, emerged just for this purpose. Activity monitoring is an important component in this system. Wearable sensors and maker-based motion capture system are adopted in most of the researches to record motion data, which need to attach sensors and makers on human body and cause discomfort and cognitive burden to the users. Thus, the present thesis chose non-contact way, i.e. camera, to allow people live in a free environment. However, there existed only a few number of researches applied this way and they still counter some shortcomings, such as, no sufficient number of subjects in database to achieve reliable statistical conclusion, limited categories of disease/abnormality to be detected, limited aspects of health information to be assessed, and the proposed methods are vulnerable to noise. Those shortcomings constrain HMS to be a pervasive and convenient healthcare solution.</p> <p>Therefore, in this thesis, to extend the camera-based HMS into a more practical and broader application, we proposed a convenient way to analyze human's health condition by observing the most commonly seen locomotion form - gait, through camera. In general, based on the different application purpose and situations, this HMS can be further divided into two sub-systems. One is a passive way to study physical aspect of health. It can be used to detect people with physical impairment in public place, i.e. shopping mall, to provide service when necessary. In addition to physical health, other aspects of information is also important for health. So we go further to provide active way to learn multi-aspect of health. This method can realize quick multi-aspect health assessment even at home. Considering two challenges related with dataset and performance representation, we introduce more details about the two proposed approaches as follows:</p> <p>In the first sub-system, we proposed a novel method to detect people with physical impairment through walking style. To achieve this target, we first constructed a database with sufficient number of subjects, containing visual/leg impaired walking and normal walking. We then investigated which gait feature is effective to distinguish them among posture, temporal and stability information, which are correspondingly represented by gait energy image (GEI) that is a popular appearance-based feature showing high performance in human authentication, duration time, and phase fluctuation from silhouette sequence. After comparison experiments, we found that GEI was the most reliable feature. Further, considering that GEI is mainly about posture information, it must be affected by the other parts of the human body except effective part. We thus proposed to use only the most discriminative body patches in GEI. Sufficient experiments were conducted to evaluate the contribution of various sizes and positions of body patches. At last, for the visual impairment discrimination case, we found that head and chest regions performed better than the whole body. As for the leg impairment detection case, the leg region performed better than the whole body. The results confirmed the effectiveness of patch-based GEI for impairment detection.</p> <p>In the second sub-system, we designed a game-based system to screen children's three aspects of growth information, including anthropometric, kinematic and more important, cognitive aspects. This method is different from the conventional approaches to the assessment of growth status which involve manual evaluation and treat different aspects of growth status separately. This study presents an automated method for assessing growth status that considers various aspects of growth simultaneously. We first applied the dual-task paradigm (where two tasks are performed simultaneously, here we used combination of stepping while doing arithmetical calculation) to collect data on the three aspects of growth at the same time. With the collected data from a large number of typically developing individuals, we constructed a statistical model of growth features and ages and also estimated participants' ages using regression analysis. By comparing the value of discrepancy between estimated age and chronological age from a test child to that of average level from normally developing children, we were able to provide an initial judgment of the child's growth status. The experiment results demonstrated that, the growth features developed with age in childhood and that the estimation of growth status using this model was feasible.</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (Chengju Zhou)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	八木 康史
	副 査	教授	楠本 真二
	副 査	准教授	村松 大吾
	副 査	准教授	満上 育久 (広島市立大学)

論文審査の結果の要旨

本論文は、人の日常行動の一つである歩行に着目し、歩行の観測からその人の健康状態モニタリングするためのシステムの実現を目指したものである。具体的には、膝や目の疾患の有無を歩行映像から判別する手法、及び、身体タスクと認知タスクを同時に遂行するデュアルタスクの様子から子供の発育状態の判定（年齢の推定）を行う手法を提案している。医学・生理学等の分野においては歩行と健康状態の関係に関する分析はさまざまに行われてはいるものの、それらの多くは定性的なものであり、それを元にトップダウンな方法で高精度に健康状態の推定を行うのは困難である。それに対して、本論文では、現実のデータを大規模に収集し、機械学習によってボトムアップに認識器を生成するアプローチをとることで、この問題を解決している。また、大規模データを効率的に収集するために、イベントや科学館でのデモ展示を兼ねた自動データ収集システムを実装するなどの工夫も行われており、この点も本論文の重要な貢献の一つである。

第1章では、社会背景として、超高齢化社会に進む中での健康モニタリングシステムに対する需要が高まっておりさまざまな研究が活発に取り組まれていることを述べた上で、本研究で取り組む二つのシステムの意義と目的を示している。

第2章では、歩行解析の研究に用いられる公開データセットや特徴抽出方法などに関する先行研究を整理し、その中で本論文の位置づけを述べている。

第3章では、膝・目の疾患の有無を歩行映像から判別する手法について論じている。公共施設や商業施設の出入口などに設置した防犯カメラの映像から、そこを膝や目が不自由な人が通過したことが自動的に検出されれば、そこに補助スタッフを向かわせることができるなど、実用性の高いテーマである。アプローチとしては、高齢者特有の膝の疾患や目の疾患を模擬体験できる高齢者模擬体験キットを用い、それを着用した人の歩行映像を数百人規模で収集し、各疾患を判別するのに最も有効な特徴を探索する方法をとっている。その有効な特徴を用いることで、膝の疾患と目の疾患がそれぞれ83.17%、75.05%の精度で判別可能であることを示している。

第4章では、デュアルタスク観測による子供の発育状態判定手法について論じている。デュアルタスクの遂行に関する各種特徴量が6～15歳の年齢層において年齢と高い相関を持つことに着目し、これらの特徴から子供発育状態を推定する手法を提案した。約1,000名のデータセットを用いた評価実験により、平均絶対誤差0.84歳で年齢推定が可能であることを示した。

第5章では、上記の研究成果をまとめた上で、実用化に向けて必要となる課題について論じている。

以上の通り、一連の研究は、歩行映像からの疾患の判定、及び、デュアルタスク観測による子供の発育判定技術の有効性を示しており、これらは医学および生理学の研究領域における情報処理技術の発展に大きく寄与するものである。

よって、博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める。