OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	A Study on Pervasive Health Monitoring for Heat Stroke Prevention Using Wrist-worn Devices
Author(s)	濱谷, 尚志
Citation	大阪大学, 2018, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/69720
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

論 文 内 容 の 要 旨

氏 名 （ 濱谷 尚志 ）	
論文題名	A Study on Pervasive Health Monitoring for Heat Stroke Prevention Using Wrist-worn Devices （腕装着型センサを用いた熱中症予防のためのヘルスモニタリング技術に関する研究）

論文内容の要旨

近年の地球温暖化や熱波の影響により，熱帯および亜熱帯諸国では熱中症予防が喫緊の課題となっている．我が国でも，環境情報に基づく活動ガイドラインの提供がなされており，これを参考に運動負荷や運動時間を調整することで熱中症対策が行われている．しかしながら，同じ環境で同じ運動を行う場合においてもそれぞれの人の体温の上昇度合いは異なり，その結果熱中症が生じうる．そこで，本研究では個々人が装着可能な腕装着型デバイスを用い，身体中枢の体温（深部体温）や脱水の状況把握による個別の熱中症予防を実現するため，以下の三つの課題に取り組む．

第一に，腕装着型センサから得られる計測値を用いた運動中の深部体温推定手法を設計する．手法では生体温熱モデルに基づき人の体温変化のシミュレーションを行い，さらに発汗量や血流増加量といった体温調節機能の差異を考慮し推定性能を向上させるため，実際に計測した体表温度の変化を再現するパラメータ組を合計3200通りのパラメータ組より探索する．以上の手法により，運動中において，利用者の負担少なく深部体温推定を実現し，さらにその日の実測データに基づくパラメータの調整により，深部体温推定性能の向上を図る．

第二に，複雑な環境条件や運動負荷における深部体温の推定性能を向上させるため，実際の人体の反応における遅延を表現するパラメータ二種を生体温熱モデルに導入する．さらに，屋外運動における日射，風の影響および飲水による影響を定式化しモデルに組み込んだ．以上のモデルにおいて，鼓膜温度計を用いて簡単に計測可能な深部体温1点を用いるパラメータ調整手法により，エアロバイク運動，歩行，走行およびテニスにおいて収集したのべ120時間のデータセットにおいて誤差0.3度以内で深部体温を推定可能であることを明らかにした．

第三に，脱水予防のために腕装着デバイスを用いた飲水量の推定手法の設計を行った．腕の動きによって得られる慣性センサの読み取り値に対し，二段階スケールでの行動認識を実施することで，日常生活における多様な行動の中から飲水を行っている区間，さらに実際に飲水を行っているジェスチャの認識を行う．さらに，実際に飲水を行っている区間における飲水継続時間と飲水姿勢の両方を考慮した飲水量推定モデルの提案により，日常生活における飲水量の継続的なトラッキングを可能にする．

以上の手法により，日常生活や運動中に装着可能なセンサを用いて得られる情報に基づき個別に熱中症のリスクを評価することが可能になる．これにより，個人レベルで休憩や給水など適切な処置を実施することで，熱中症の予防に貢献する．

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名（濱谷　尚志）		
	(職)	氏　名
論文審査担当者		
主 査	教授	東野　輝夫
副 査	教授	村田　正幸
副 査	教授	渡辺　尚
副 査	教授	長谷川　亨
副 査	教授	松岡　茂登

論文審査の結果の要旨

近年の地球温暖化や熱波の影響により，熱帯および亜熱帯諸国では熱中症予防が喫緊の課題となっている．我が国でも，環境情報に基づく活動ガイドラインの提供がなされており，これを参考に運動負荷や運動時間を調整することで熱中症対策が行われている．しかしながら，同じ環境で同じ運動を行う場合においてもそれぞれの人の体温の上昇度合いは異なるため，熱中症が生じうる条件も人や環境条件によって異なる．本論文では腕装着型デバイスと環境センサ（温度，湿度，日射など）を用い，運動中の個々人の身体中枢の体温（深部体温）や脱水の状況を高精度に把握する技術を開発することで，熱中症予防や予兆検知を実現する．具体的には，以下の三つの課題に取り組んでいる．

第一に，腕装着型センサと環境センサから得られる計測値を用いた運動中の深部体温推定手法を開発している．開発手法では生体温熱モデルに基づき人の体温変化のシミュレーションを行い，発汗量や血流量といった体温調節機能の個人差を合計3200通りのパラメータ組でモデル化し，その中から腕装着型デバイスで計測した体表温度の変化を最も忠実に再現するパラメータ組を探索し，そのパラメータ組を用いて深部体温の時間的変化を高精度に推定する．提案手法により運動中に利用者の負担が少ない深部体温推定が実現可能であり，さらにその日の実測データに基づくパラメータ値を推定することで，環境や体調の違いなどを考慮した深部体温推定が可能になる．本研究は，運動中に取得可能な情報を用いて深部体温を推定する一手法として有効性が認められる．

第二に，複雑な環境条件や運動負荷の変化に対応する深部体温の推定性能を向上させるため，発汗量や血流量の変化など実際の人体の反応における遅延を表現するパラメータ二種を生体温熱モデルへ導入している．さらに，屋外運動における日射，風の影響および飲水による影響を定式化し，モデルに組み込んでいる．このモデルでは，運動開始時に鼓膜温度計を用いて簡単に計測可能な深部体温の実測値を用いてパラメータ調整を行い，エアロバイク運動，歩行，走行およびテニスにおいて収集したのべ120時間のデータセットにおいて，誤差0.3度以内で深部体温を推定可能であることを明らかにしており，休憩を含む多様な運動においても深部体温の推定を可能としている．さらに，深部体温が過度に上昇した際に警告を生じるシステムを開発し，深部体温の推定誤差を前もって勘案しておくことで，高温状態を高精度に検出できることを示している．本研究は，実用的な深部体温推定のために有用な取り組みであると考えられる．

第三に，脱水予防のために腕装着デバイスを用いた飲水量の推定手法の開発を行っている．腕の動きによって得られる慣性センサの読み取り値に対し，二段階スケールでの行動認識を実施することで，日常生活における多様な行動の中から飲水を行っている区間，さらに実際に飲水を行っているジェスチャの認識を行う．さらに，実際に飲水を行っている区間における飲水継続時間と飲水姿勢の両方を考慮した飲水量推定モデルの提案により，日常生活における飲水量の継続的なトラッキングを可能にしている．本研究は，日常生活と同等のセンサ装着環境における飲水量の推定において，有効性のあるアプローチを示している．

本論文の成果により，日常生活や運動中に装着可能なセンサを用いて得られる情報に基づき個々人の熱中症のリスクを包括的に評価することが可能になる．これにより，個人レベルで休憩や給水など適切な処置を実施することで，熱中症の予防に貢献するものと考えられる．

よって，本論文は博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める．