

身体動作分散検出方式による 装着用3軸加速度センサノードの無線送信データ量の低減

大崎 英誉[†] 諏訪 敬祐[†]

[†]武蔵工業大学 環境情報学部 情報メディア学科

1. はじめに

加速度の計測値を無線で発信する装置である加速度センサノード(以下、ノード)は、人体に装着すれば身体運動を検出できる。検出結果からユーザの状況を自動認識できれば、コンピュータによる能動的なサービスであるコンテキスト・ウェアネスを実現できる。ノードを1つ装着するだけでも全身の運動状態を検出できるが、複数個装着すれば、動作の非対称性など、詳細な検出が可能となる。また、計測データの送信に無線通信を用いれば計測場所や装着数を任意に変更できる利点がある。一般ユーザへ普及させるには、小型化、軽量化などの計測装置の簡易化が重要である。ただし、装着性を重視してノードの容積を小さくすると、チャンネル数や通信速度など無線通信装置の性能が大きく制約される。そのため、ノードを複数装着し、加速度の計測回数を増やすと、無線信号の衝突による計測値の欠損が問題となる。

本稿では、上記課題を解決するため、ノードにおいて、加速度の波形を要約し、計測データの送信量を低減する身体動作分散検出方式を提案する。従来は、ノードは計測と送信に専念し、信号解析はアクセスポイントに集約して行っていたのに対し、解析をノード側にも分散する提案方式について機能と適用効果を明らかにする。

2. 身体動作分散検出システム

2.1. 提案するシステム構成

加速度センサ装着による身体動作検出の原理を図1(a)に示す。なお、本稿実験においてノードの装着箇所は全て右腕とした。提案方式におけるネットワークを含むシステム構成を図1(b)に示す。ただし、実験では、ノードとアクセスポイントは微弱無線で通信し、IPネットワークへは有線で接続した。

3. 簡易波形分類法の実装

3.1. フレーム構成

ノードでは加速度センサの計測値を256段階で評価し、1軸あたり1バイト(8ビット)で表現する。3軸の加速度それぞれについて1回ずつサンプリングした1組の値を1レコードとする。送信信号のフレーム構成を図2に示す。図2上段で示すとおり、従来方式では、1レコードにノードの識別子1バイトを付加して1回あたりの送信データとしていた。それに対し、提案方式では、図2下段で示すとおり、10レコードを単位区間として波形の要約を行い、結果を1バイトの文字とする。単位区間は、事前実験で最も速い動作だったパンチの計測結果を元に

決定した。30レコード分、つまり3バイトの文字に識別子を付加することで、送信1回あたりのデータ量は、従来方式と同様合計4バイトとした。図2は、30レコード分の計測値を発信する場合における両方式のデータ送信量を比較している。従来方式に対し、提案方式の送信量は1/30となる。

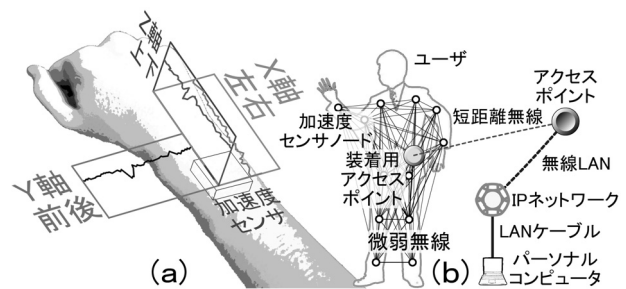


図1 身体動作分散検出システムの構成

従来方式 送信回数合計30回 = 合計120バイト			
1バイト	1バイト	1バイト	1バイト
識別子	1/3レコード (Y軸)	1/3レコード (Z軸)	1/3レコード (X軸)
← 送信1回当たり4バイト →			
提案方式 送信回数合計1回 = 合計4バイト			
1バイト	1バイト	1バイト	1バイト
識別子	10レコード分要約	10レコード分要約	10レコード分要約
← 送信1回当たり4バイト →			

図2 従来方式と提案方式の送信信号のフレーム構成

3.2. 簡易波形分類法

提案方式において、検出波形の特徴から動作識別のための簡易波形分類法を考案した。表1は10レコード毎の波形の特徴から判定、分類する方法を示す。判定は3軸それぞれについて行う。ノードの処理能力を踏まえ、乗除による計算は行わない。特徴判定の結果を用いた動作検出のための決定方法を表2に示す。Pの列のP_B,N,Tは、それぞれ、P_p,P_B,P_N,P_Tが1であることを示す。数値の上の線は「この数値ではないこと」という否定を表す。一記号は不定を表す。呼称イ、ロの動作については、重複した検出を防止するため、直前に同一の呼称の動作を検出していた場合、今回の検出を棄却する。

Movement Decentralization Detection with Wearable 3-Axis Acceleration Sensor Nodes for Reduction of Transmission Data Amount

[†] Hidetaka OHSAKI, Keisuke SUWA

Department of Information Ecology Studies, Musashi Institute of Technology

表 1 簡易波形分類法における特徴判定方法

特徴	判定方法
全体として上昇, 下降 I (i_{max} は単位区間内最大値の添え字、 i_{min} は単位区間内最小値の添え字)	$I = \begin{cases} 1 & (i_{max} \geq i_{min}) \\ 0 & (i_{max} < i_{min}) \end{cases}$
振幅の大きさ A (a_{max} は単位区間内最大値、 a_{min} は単位区間内最小値) (A_{middle} , A_{high} は定数)	$A_{temp} = a_{max} - a_{min}$ $A = \begin{cases} 0 & (A_{temp} < A_{middle} \text{ のとき}) \\ 1 & (A_{middle} \leq A_{temp} < A_{large} \text{ のとき}) \\ 2 & (A_{large} \leq A_{temp} \text{ のとき}) \end{cases}$
計測値の散らばり F (f_{middle} , f_{high} は定数)	$f_{temp} = \sum_{i=2}^{10} a_i - a_{i-1} $ $F = \begin{cases} 0 & (f_{temp} < f_{middle} \text{ のとき}) \\ 1 & (f_{middle} \leq f_{temp} < f_{high} \text{ のとき}) \\ 2 & (f_{high} \leq f_{temp} \text{ のとき}) \end{cases}$
10レコード毎の値と閾値の関係 P (a_{button} , a_{not_raise} , a_{punch} , a_{twist} は定数) (a_{last_a10} は前回の a_{10} の値)	$P_P = \begin{cases} 1 & (a_{10} < a_{punch} \text{ のとき}) \\ 0 & (\text{上記以外}) \end{cases}$ $P_B = \begin{cases} 1 & (a_{10} > a_{button} \text{ のとき}) \\ 0 & (\text{上記以外}) \end{cases}$ $P_N = \begin{cases} 1 & (a_{10} < a_{not_raise}) \\ 0 & (\text{上記以外}) \end{cases}$ $P_T = \begin{cases} 1 & (a_{10} - a_{last_a10} > a_{twist} \text{ のとき}) \\ 0 & (\text{上記以外}) \end{cases}$

表 2 簡易波形分類法による動作決定表

呼称	I			A			F			P			動作
	x軸	y軸	z軸	x軸	y軸	z軸	x軸	y軸	z軸	x軸	y軸	z軸	
イ	-	0	-	-	2	-	-	-	-	-	P	-	パンチ
ロ	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	B ボタンを押す動作
ハ	-	-	-	-	-	-	0	0	0	2	N	-	掌を返す
ニ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	静止
ホ	上記以外全て											不明	

3.3. 身体動作分散検出の機能確認

簡易波形分類法により、パンチについては 60 回中 56 回、ボタンを押す動作については 60 回中 38 回、掌を返す動作については 60 回中 44 回、検出できた。ここで検出とは、動作に割り当てた文字を検出した場合と定義し、その前後に重複や他の文字が混入した場合でも成功と判定する。これは、実際の利用では、動作の前後が完全な静止状態である状態はまれであるという考えに基づく。

3.4. 送信データ量の比較

従来方式と提案方式について、送信データ量の比較実験を行った。ノードは、フレーム構成に基づき 240 レコード分のデータを発信する設定とした。送信は、無線電波の減衰、輻射によるデータ欠損を抑えるため、静止したノードをアクセスポイントに隣接させた状態で行った。実験は各 5 回ずつ行った。図 3 に示すように、提案方式の送信データ量は、従来方式に対し、平均して約 1/30 に低減できた。送信データ量に見られるばらつきは、無線の欠損や反射が原因と考えられる。

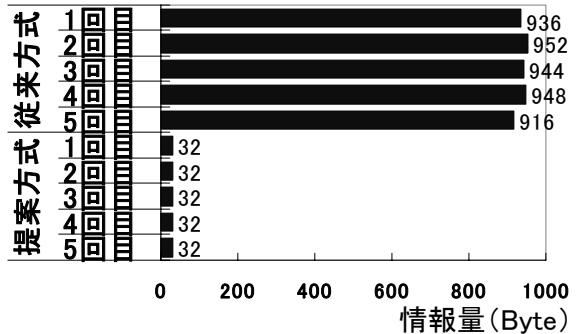


図 3 従来方式と提案方式の送信データ量比較

4. おわりに

簡易波形分類法による身体動作分散検出の特性を明らかにした。計測結果のデータ送信量を約 1/30 に低減できることを示した。複数装着に必要な識別子の付加できることを確認した。今後は、動作検出の高精度化について検討する。

参考文献

[1] 大崎 英誉, 諏訪 敬祐, “加速度センサノード人体複数装着における身体動作分散検出方式の提案”, 社団法人 情報処理学会, 情報処理学会研究報告 vol.2006, No.120 pp59-66, 2006