

# “Walk-Mate” Project on Okaya Collaboration Platform

－共創型インタフェースを活用する歩行介助システムの開発2003－

三宅 美博

東京工業大学 大学院総合理工学研究科 知能システム科学専攻

miyake@dis.titech.ac.jp

## 1. “Walk-Mate”プロジェクトとは

高齢者における歩行障害の発生頻度は非常に高い。たとえば1km歩けない高齢者の割合は70歳代で20～30%、80歳代では40%にも達すると言われている。そして、このような高齢者が積極的に社会参加するための介助システムを開発することは社会的ニーズに極めて合致したものである。このような背景において本プロジェクトでは、我々がこれまで開発を進めてきた「共創型インタフェース技術」を活用し、高齢者に優しい「共創型歩行介助システム」を開発し実用化することを目標としている。そして活力あふれる共創的バリアフリー社会の実現をめざす(図2)。

共創型インタフェースとは、人間同士の身体的コミュニケーションを介して様々な協調機能をリアルタイムに共創する全く新しいインタフェース技術である。実際に高齢者の歩行介助の現場では、介助者と被介助者が手を携え一緒に歩きながら機能回復を進める共創型の訓練が用いられることが多く、本インタフェース技術の有効な適用領域になっている。ただし、これは歩行介助に限られるものではなく、人間のコミュニケーション領域に広く展開可能な技術である。

既に、三宅は、計算機内の仮想的な歩行ロボットと実空間の人間が足音を介して同調歩行し、その結果として歩行運動を安定化する共創型歩行介助システムの基礎研究を進めてきた(図3、4、5)。そこでは人間の足音が仮想ロボットに伝えられ、仮想ロボットの足音が人間に戻されることで、人間と仮想ロボットの歩行リズムが相互に歩み寄って同調し、歩行運動自体が安定化され転倒防止に効果があることが示された。さらに片麻痺・パーキンソン病等に起因する歩行障害に緩和効果の見られることも確認されている。

本プロジェクトでは、三宅研究室において推進されてきた共創型インタフェースに関する基礎研究とその歩行介助への有効性調査の実績を踏まえ、実際に歩行介助の現場へ適用できる共創型歩行介助システムとして実用化することをめざしている。具体的には、実験セットの段階まで開発されていたWalk-Mateを高齢者に適したウェアラブルな介助システムとして構築し、さらに歩行障害種別に依存した多様なインタフェースプログラムの開発を進めることになる。そして、最終的には介助に関わる基盤技術としての事業化し、共創型コミュニティの創出に寄与することをめざすものである(図6)。

## 2. 岡谷プラットフォーム

Walk-Mateプロジェクトは、現在「ものづくり」が中心となるステージであり、三宅研究室における研究成果と岡谷プラットフォームにおける製造技術のコラボレーションによって、ハードウェアの試作が進められている。岡谷側からはプラットフォームのコーディネーターとして大橋氏(インダストリ・ネットワーク)、ハードウェアの設計製作を御子柴氏(スマートセンサ・テクノロジー)、工業デザインを堀内氏(ケルビム)の協力を得ている。さらに、プラットフォームへのアドバイザーとして、出口氏(東工大)、喜多氏(京大)、畑中氏(松下電工)が参加している。来年以降は、臨床現場への展開およびマーケティング戦略等も含めて推進することになる。今年度のWalk-Mate試作は、前半を文部科学省の科学研究費等補助金(代表:三宅)、後半を経済産業省の大学発事業創出(代表:三宅)から支援を受けて進めている。

## 3. 今年度の“Walk-Mate”開発の現状

今年度のWalk-Mate開発項目は、ハードウェア開発としての介助用ウェアラブルユニットの構築と、ソフトウェア開発としての障害別アルゴリズムの作成に分けられる。現状では、前者を先行させて進めており、その開発過程としては、センサ技術の確立、コードレス化技術の確立、組込みCPU技術の確立と3段階を経て進むことになる。今後はこれと並行して臨床テストを行い、後者の障害別アルゴリズムの作成も進める。

### 3. 1 介助用ウェアラブルユニットの構築（スマートセンサ・テクノロジー、ケルビムとの協力）

#### 1) 脚運動を検出するセンサ技術の確立 (Model-0)

人間の歩行運動を計測するセンサとして、小型化が容易であること、計測において人間に負荷をかけないこと等を基準に加速度センサを採用している。Walk-Mate システム全体としては図 8 のような構成であり、特に、図 9 のような加速度センサを足首に装着して脚運動を計測する。その回路図を図 10 に示す。センサ部と中継部から構成されており、装着した様子が図 11 に示されている。さらに、この加速度情報を用いて脚運動を解析するアルゴリズムの開発も進めている。図 12 にその一例を示すが、これは脚運動の加速度の時間変化に対応しており、特に急激な変動の見られる点が脚の接地タイミングに対応する。

#### 2) センサ部とPC部のコードレス化技術の確立 (Model-1)

本介助システムはセンサ部と中継部とPC部から構成されるが、コードレス化はセンサ部と中継部の接続に関わる。これまではケーブルで両サブシステムを接続していたが、足に絡むなど安全性の問題が既に指摘されていた。これを解決するために微弱無線システムを採用することで、図 14 のようなコードレス型の Walk-Mate を開発している。図 15 と 16 にセンサ部の様子と回路図を示す。図 17 と 18 には中継部の様子と回路図を示す。これによって無線で 20~30m におよぶ信号の伝達が可能となり、また医療機器との干渉もない。この結果として、センサ部とPC部が完全に分離し、装着も容易になり、さらに身体運動に対する制約もない介助システムとして構成できている (図 20)。

#### 3) PC部の組込みCPU化に関する技術の確立 (Model-2)

PC部の小型化については、現在推進中である。これまでは小型のパソコン (VAIO-U) を用いてPC部を構成していたが、これでは重量も大きさも介助システムとして適当ではない。そこで小型軽量化を進めるために組込み型CPUを用いて専用のシステムを設計中である (図 22)。さらに、患者への Walk-Mate 装着に際して、筐体形状やヒューマンインタフェースのユニバーサルデザインも考慮しつつある (図 23)。

### 3. 2 障害別アルゴリズムの作成（日産玉川病院との協力）

上記のようなハードウェア開発と並行して、本介助システムを臨床現場に適用し、歩行障害に応じた介助プログラムを開発することも必要である。本開発計画では、転倒防止、片麻痺、パーキンソン病を対象としたシステム開発を目標としているが、すでにシミュレーション段階を経て、医療機関における臨床テストを開始している。図 21 は医療機関におけるパーキンソン病患者に対するテストの様子である。和田氏（日産玉川病院）の協力によって臨床評価を進めている。

## 4. まとめと展望

今後、Walk-Mate プロジェクトは、ものづくりの段階を超えて臨床現場へ展開することになる。そしてマーケティングへと進む。岡谷プラットフォームとしても、新しいコラボレーションの領域に入って行くことになるが、ものづくり、市場づくり、そしてコミュニティ創りへと共創的に発展することは本プロジェクトの最終目標でもある。その意味でも、今後とも、本プロジェクトと岡谷プラットフォームの連携を深めることができれば幸いである。

#### 参考資料

- 1) 三宅美博, 場と共創 (分担: "コミュニカビリティーと共生" 第4章 pp.339-397), NTT 出版, 東京 (2000)
- 2) 三宅美博, 宮川透, 田村寧健, "共創出コミュニケーションとしての人間-機械系," 計測自動制御学会論文集, vol.37, no.11, pp.1087-1096 (2001)
- 3) 武藤剛, 三宅美博, "歩行介助を目的とする人間-ロボット協調系における共創出過程の解析," 計測自動制御学会論文集, vol.38 no.3, pp.316-323 (2002)
- 4) 高梨豪也, 三宅美博, "共創型介助ロボット"Walk-Mate"の歩行障害への適用," 計測自動制御学会論文集, vol.39 no.1, pp.74-81 (2003)
- 5) 武藤剛, 三宅美博, "人間-人間協調歩行系における共創出プロセスの解析," 計測自動制御学会論文集 (in press)
- 6) Miyake, Y., "Co-creation system," Cognitive Processing, vol.3, pp.131-136 (2002)

## Contents

- What is "Walk-Mate" Project?
- Model-0: Sensor System
- Model-1: Wireless System
- Model-2: System Integration
- Summary and Future

1

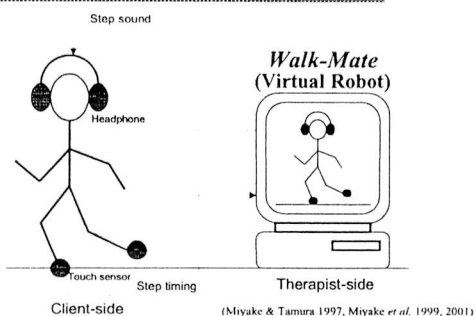
## Target of "Walk-Mate" System



- Human communication and cooperation are Co-creation process
- We are re-constructing this co-creation process in Man-Machine interaction
- As an example, cooperative rehabilitation between therapist and client is supported by "Walk-Mate"

2

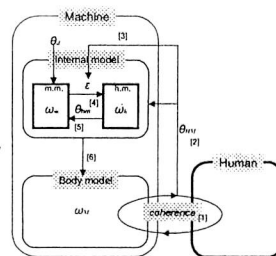
## "Walk-Mate" Virtual Robot



3

## Dual-Dynamics Model

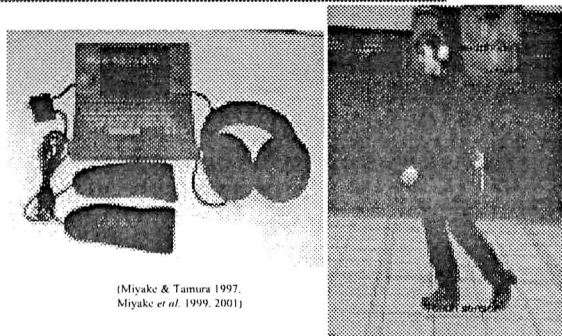
- **Internal model**  
Model of explicit process  
Subject-object separability
- **Body model**  
Model of implicit process  
Subject-object inseparability
- **Mutual constraint**  
Complementarity



(Miyake 1997, Miyake et al. 1999, 2001)

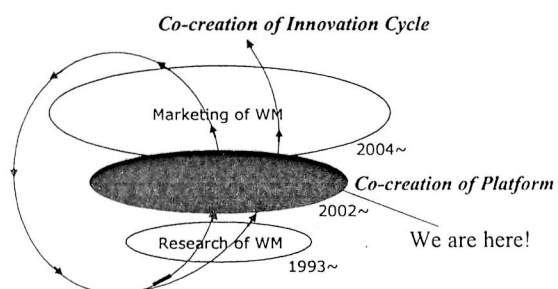
4

## "Walk-Mate" (previous model)



5

## "Walk-Mate" Project



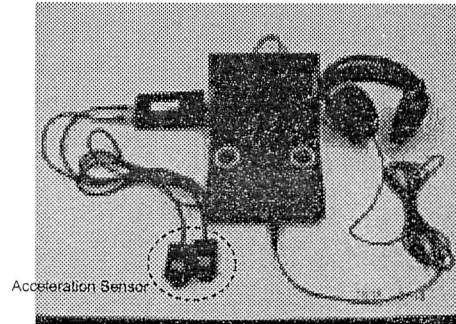
6

## Contents

- What is "Walk-Mate" Project?
- Model-0: Sensor System
- Model-1: Wireless System
- Model-2: System Integration
- Summary and Future

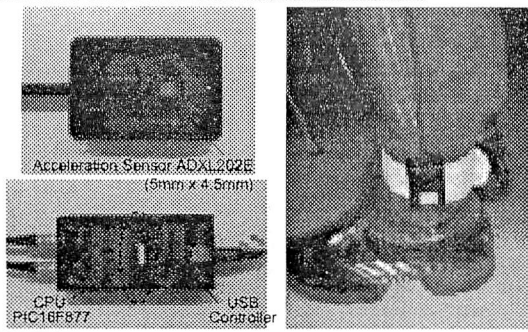
7

## "Walk-Mate" (Model-0)



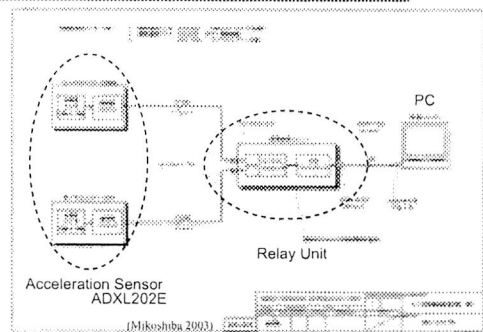
8

## Acceleration Sensor System



9

## Circuit of Model-0



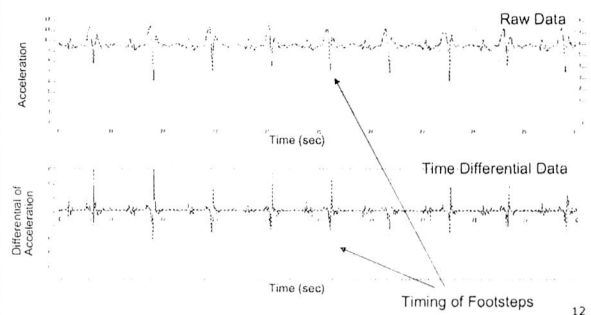
10

## "Walk-Mate" (Model-0)



11

## Acceleration in Walking



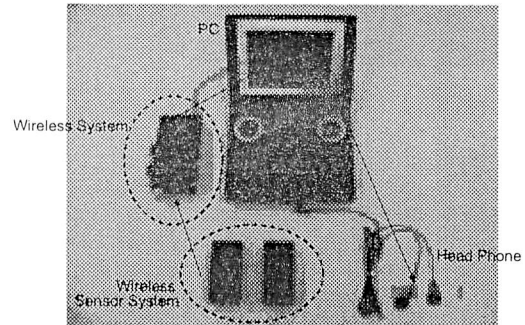
12

## Contents

- What is "Walk-Mate" Project?
- Model-0: Sensor System
- Model-1: Wireless System
- Model-2: System Integration
- Summary and Future

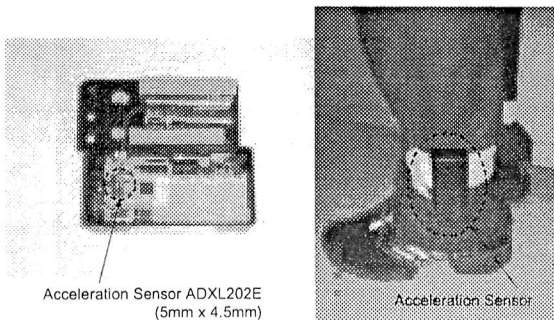
13

## "Walk-Mate" (Model-1)



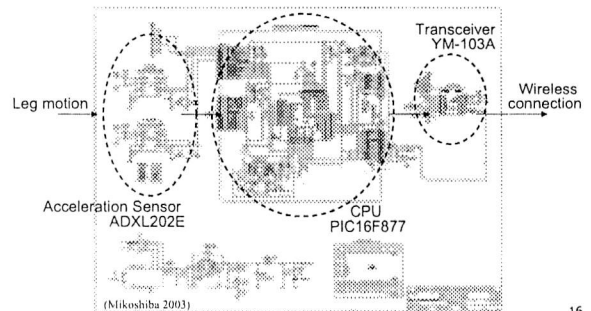
14

## Wireless Sensor



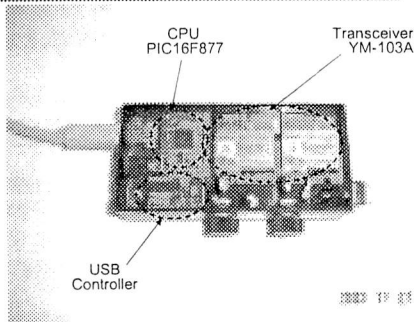
15

## Circuit of Wireless Sensor



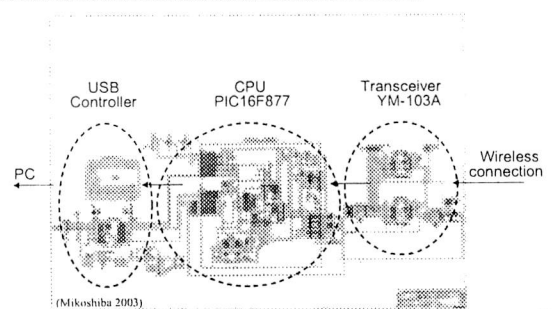
16

## Wireless Receiver



17

## Circuit of Wireless Receiver



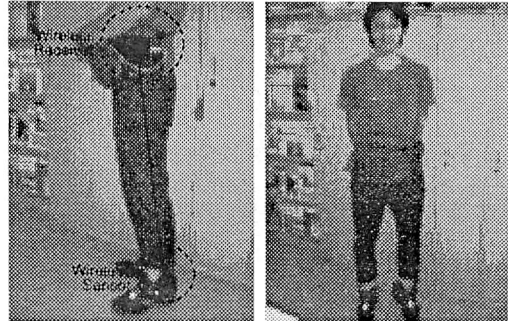
18

## Contents

- What is "Walk-Mate" Project?
- Model-0: Sensor System
- Model-1: Wireless System
- Model-2: System Integration
- Summary and Future

19

## "Walk-Mate" (present Model)



20

## Clinical Test for Model-2



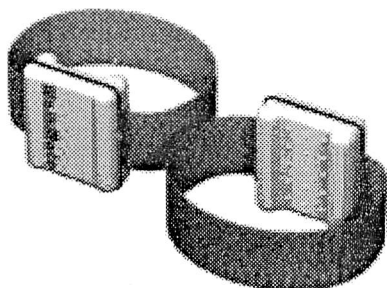
21

## Down-Sizing for Model-2



22

## Universal Design for Model-2



(Hornich 2003) 1-800-371-1119/8763668 4933-0291205

23

## Summary and Future

- We are developing new wearable "Walk-Mate" as an example of co-creation system
- We've already developed some models of it, such as acceleration sensor system, its wireless connection to PC etc.
- In the next stage, system integration including universal design and down-sizing of PC system is done
- New model of our "Walk-Mate" will appear in next Spring

24