

段取り技能の自動獲得 -マニュアル化の試み-

堀 ものつくり大学
瀧 和歌山大学

SIG-KST 2007/11/30

Introduction

結論と発表内容

- 言いたい事
 - 「段取り技能」は製造・保守現場で重要
 - 技能知獲得のボトルネックはコスト
 - IE 動作研究手法を利用
 - 作業を記録しマニュアルを作る
- 発表順序
 - 製造・保守現場での「段取り技能」
 - 作業記録とマニュアル生成システム

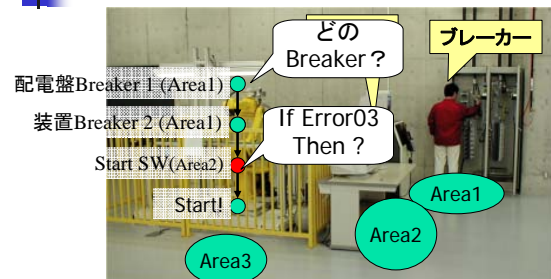
Introduction

段取り技能

- 対象分野: 工場の製造・保守現場
“高い生産性を可能としているのは、
経験と基礎知識を持ち、高度な知的推論
能力を持つ技能者”(小池01)
- 段取り技能 vs 手わざ技能 [岡根07]
定型的・経験的 vs 感覚的 [中山07]
- 段取り技能: 装置の故障診断・対処に代表
される判断力・ノウハウ等

Introduction: 段取り技能の(例)

産業ロボット始動作業



Our System

作業記録・マニュアル生成システム

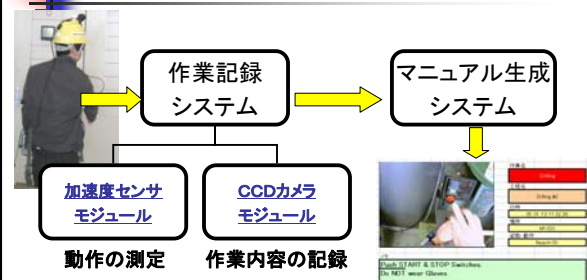
- 技能: 製造作業の生産性向上に必要
- 技能: 判断力、段取り、手順等(ノウハウ)
- 熟練者の技能・ノウハウを未経験者に継承

↓
管理工学の作業研究
+加速度センサを利用

- 技能・ノウハウを記録、共有化
- 作業マニュアルの自動作成

Our System

動作記録とマニュアル生成



Our System

製作した記録装置

- 加速度センサを使用。重力加速度を測定。
- Wearable PCが、加速度センサ、画像データを記録。



Our System

基本動作の発見

- 作業のキーとなる『基本動作』
- 基本動作の判定ルール
IEの作業研究：人間が定義
本研究：自動的に発見

Our System

基本動作

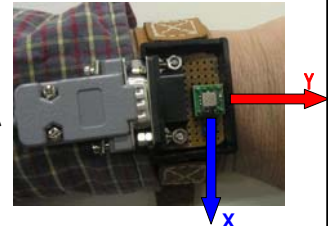
表1 保守の基本動作(Therblig)

Therblig	シンボル	定義
伸ばす	R (Reach)	腕を伸ばす
移動	W (Walk)	離れたところへの移動
しゃがむ	SI (Sit)	しゃがむ
立ち上がる	RA (Raise)	立ち上がる
待機	WT (Wait)	動作ができない時間

Our System

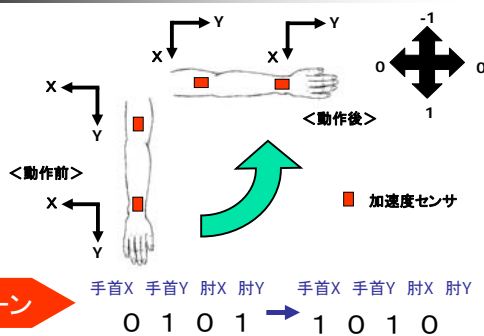
センサの構造

- 加速度センサ (ADXL-202E)を使用。
- 重力加速度を測定。
- 重力加速度の変化から、姿勢の変化を読み取る。



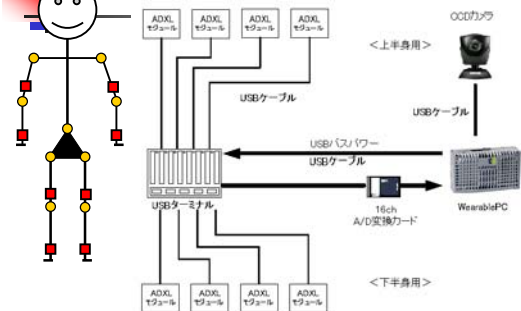
Our System

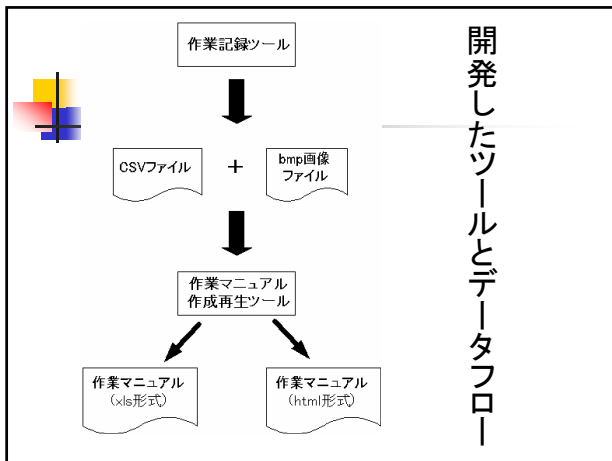
Reach動作における加速度の変化



Our System

Wearable PC Sensor System





Our System

生成されたマニュアル

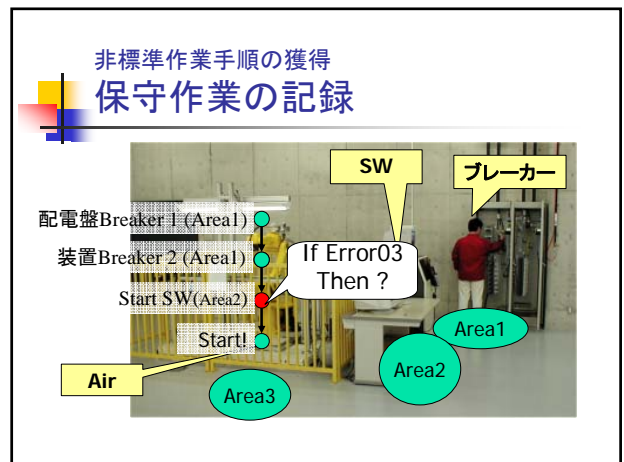
Fig.8 Generated manual page

Our System

実験結果

表2 シャーリング作業の比較

マニュアル利用	マニュアルなし
A: 作業完了 作業時間約。	E: 操作手順を忘れて作業完了せず。
B: 作業完了。	F: 操作手順を忘れ、人に教えてもらい作業完了。
C: 作業完了。	G: 操作手順を忘れ、人に教えてもらい作業完了。
D: 作業完了。	H: 作業完了。



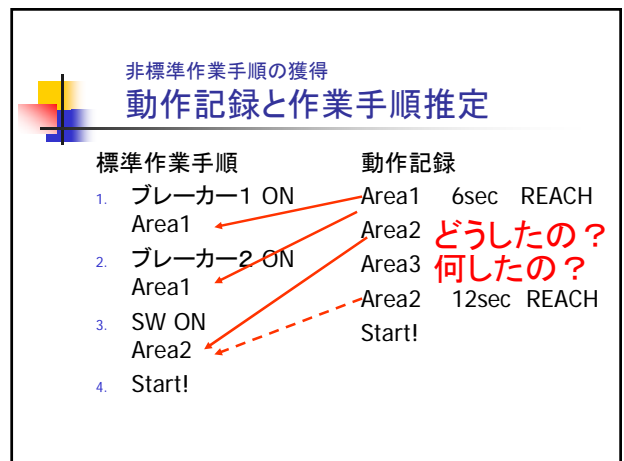
作業記録

Table 4-1 標準作業と作業記録の例

Step	標準時刻[Sec]	Area	Motion	注
a	5	1	Reach	2分電線の扉を開ける
b	7	1	Reach	ブレーカー1をOn
c	9	1	Reach	ブレーカー2をOn
d	12	2	Reach	制御装置のブレーカーをON
e	25	2	Reach	スタートボタンを押す

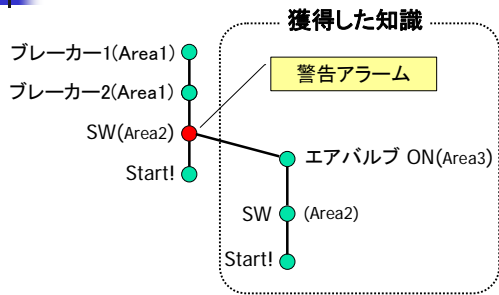
(b) 標準作業と同じだった場合の作業記録			
ID	時刻[Sec]	Area	Motion
1	5	1	Reach
2	6	1	Reach
3	8	1	Reach
4	10	1	Reach
5	15	1	Reach
6	18	1	Reach
7	22	2	Reach
8	28	2	Reach
9	30	2	Reach
10	32	2	Reach

(c) 標準作業と異なった場合の作業記録			
ID	時刻[Sec]	Area	Motion
1	5	1	Reach
2	6	1	Reach
3	9	1	Reach
4	10	1	Reach
5	15	1	Reach
6	18	1	Reach
7	22	2	Reach
8	28	2	Reach
9	30	2	Reach
10	32	2	Reach
11	45	2	Reach
12	390	3	Reach
13	395	3	Reach
14	410	3	Reach
15	415	3	Reach
16	530	2	Reach
17	538	2	Reach
18	565	2	Reach



非標準作業手順の獲得

保守作業記録の形式知化



まとめ

結論と課題

- 「段取り技能」は製造・保守現場で重要
- 技能知獲得のボトルネックはコスト
→ 作業を記録しマニュアルとして蓄積
- 試作したシステム
IE 動作研究手法を利用
→ 作業を記録しマニュアルを作る
- 課題：動作のSegmentation