

# Knowledge Extraction and uncertainties from measurements performed during Manual Wheelchair (MWC) locomotion

Presented by : Vanel SIYOU  
supervisor : Engelbert Mephu-Nguifo and Philippe Vaslin

May 22, 2015







## 1 The thesis Work

- Context : Support System for the Selection and the Settings of Manual Wheelchairs
- Problem
- Model

## 2 Dynamic Time Warping

- Presentation
- calculating DTW

## 3 Comparing Classifiers

- locomotion - human being - cyclic movements (eg walking, running, cycling).
- cycles - time series analysis units - have several characteristic properties such as the minimum value, the area under the cycle
- Usual algorithms of time series classification ignore this particularity

- locomotion - human being - cyclic movements (eg walking, running, cycling).
- cycles - time series analysis units - have several characteristic properties such as the minimum value, the area under the cycle
- Usual algorithms of time series classification ignore this particularity

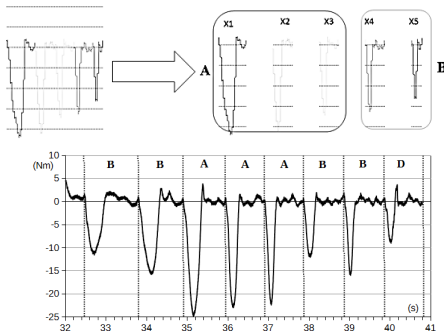
- locomotion - human being - cyclic movements (eg walking, running, cycling).
- cycles - time series analysis units - have several characteristic properties such as the minimum value, the area under the cycle
- Usual algorithms of time series classification ignore this particularity





Model

## SAX-P



**Properties :** Cycle time (s), Push time (s), Mz Min (Nm)  
Mz Max (Nm), Mean (Nm), Median (Nm), IRQ (Nm), SD (Nm)  
Area (Nm.s)

Subject	S1		S2		S3	
Push	Right	Left	Right	Left	Right	Left
1	C	A	C	D	E	D
2	B	B	E	E	D	E
3	B	B	C	E	C	E
4	B	B	C	E	E	E
5	B	B	C	D	E	E
6	C	B	E	C		D
7	B	C	E	E		E
8	E		E	E		
9			C	C		
10			E	E		
11			C	E		
12			C	E		
13				E		
DTW	268		354		44	

# DTW is not a distance metric

- it doesn't guarantee the triangle inequality to hold.
- DTW is an algorithm for measuring similarity between two temporal sequences which may vary in time or speed.

# Dynamic Programming Algorithm Optimization for Spoken Word Recognition



Hiroaki Sakoe

Seibi chiba

IEEE TRANSACTIONS ON ACOUSTICS, SPEECH,  
AND SIGNAL PROCESSING, VOL.  
ASSP-26, NO. 1, FEBRUARY 1978

- ① The thesis Work
  - Context : Support System for the Selection and the Settings of Manual Wheelchairs
  - Problem
  - Model
  
- ② Dynamic Time Warping
  - Presentation
  - calculating DTW
  
- ③ Comparing Classifiers

# Presentation

- Speech can be expressed by appropriate feature extraction as a sequence of feature vectors.
- $A_{1...I} = a_1, a_2, \dots, a_I$
- $B_{1...J} = b_1, b_2, \dots, b_J$

# Presentation

In order to clarify the nature of time-axis fluctuation or timing differences, let us consider an  $i - j$  plane, shown in Fig. 1, where patterns A and B are developed along the  $i$ -axis and  $j$ -axis, respectively. The timing differences between them can be depicted by a sequence of points

$c(i, j)$  :

$F = c(1), c(2), \dots, c(k), \dots, c(K)$

where

$c(k) = (i(k), j(k))$ .

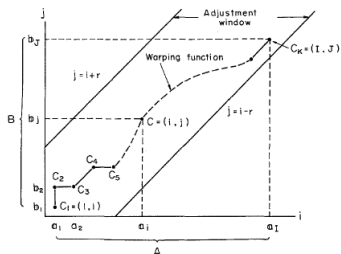


Fig. 1. Warping function and adjustment window definition.



# Presentation

When there is no timing difference between these patterns, the warping function coincides with the diagonal line  $j = i$ . It deviates further from the diagonal line as the timing difference grows. As a measure of the difference between two feature vectors  $a_i$  and  $b_i$ , a distance

$$d(c) = d(i, j) = \delta(a_i, b_j)$$

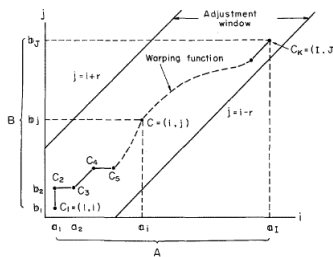


Fig. 1. Warping function and adjustment window definition.

# Presentation

- function  $F$ , map from the time axis of pattern  $A$  onto that of pattern  $B$ ,
- $F$  must preserve linguistically essential structures in pattern  $A$  time axis and vice versa.
- Essential speech pattern time-axis structures are continuity, monotonicity

# Presentation

- Monotonic conditions :  $i(k - 1) \leq i(k)$  and  $j(k - 1) \leq j(k)$
- Continuity conditions :  $i(k) - i(k - 1) \leq 1$  and  $j(k) - j(k - 1) \leq 1$
- Boundary conditions :  $i(1) = 1, j(1) = 1$  and  $i(K) = I, j(K) = J$
- As a result of these two restrictions, the following relation holds between two consecutive points.

$$c(k - 1) = \begin{cases} i(k), j(k) - 1 \\ i(k) - 1, j(k) - 1 \\ i(k) - 1, j(k) \end{cases}$$



# Presentation

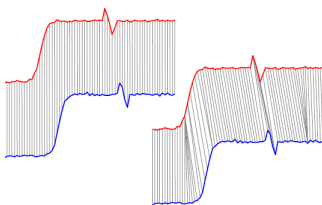
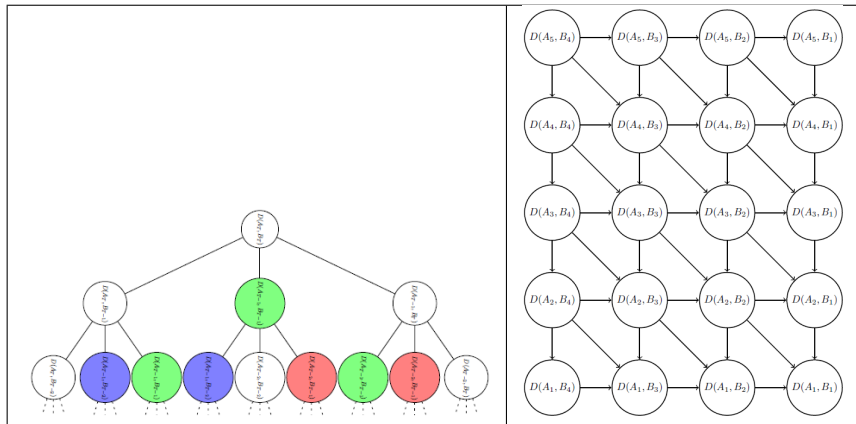


Figure: Comparison euclidian distance - DTW

- 1 The thesis Work
  - Context : Support System for the Selection and the Settings of Manual Wheelchairs
  - Problem
  - Model
- 2 Dynamic Time Warping
  - Presentation
  - calculating DTW
- 3 Comparing Classifiers

## calculating DTW



## Example

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2
2	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
3	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
4	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
5	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C							
2	B							
3	B							
4	B							
5	B							



calculating DTW

## Example

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2
2	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
3	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
4	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
5	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2						
2	B							
3	B							
4	B							
5	B							

calculating DTW

## Example

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2
2	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
3	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
4	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
5	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2						
2	B							
3	B							
4	B							
5	B							

# Example

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2
2	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
3	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
4	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
5	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2						
2	B							
3	B							
4	B							
5	B							

# Example

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2
2	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
3	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
4	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
5	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	136,5					
2	B							
3	B							
4	B							
5	B							

# Example

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2
2	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
3	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
4	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
5	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	136,5					
2	B							
3	B							
4	B							
5	B							

# Example

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2
2	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
3	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
4	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
5	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	136,5					
2	B							
3	B							
4	B							
5	B							

# Example

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2
2	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
3	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
4	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
5	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	136,5	204,7				
2	B							
3	B							
4	B							
5	B							

calculating DTW

## Example

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2
2	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
3	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
4	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
5	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	136,5	204,7	273,0	341,2	409,5	477,7
2	B							
3	B							
4	B							
5	B							



calculating DTW

## Example

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2
2	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
3	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
4	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
5	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	136,5	204,7	273,0	341,2	409,5	477,7
2	B							
3	B							
4	B							
5	B							

calculating DTW

## Example

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2
2	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
3	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
4	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
5	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	136,5	204,7	273,0	341,2	409,5	477,7
2	B	140,5						
3	B							
4	B							
5	B							

calculating DTW

## Example

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2
2	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
3	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
4	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
5	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	136,5	204,7	273,0	341,2	409,5	477,7
2	B	140,5						
3	B	212,7						
4	B							
5	B							

calculating DTW

## Example

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2
2	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
3	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
4	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
5	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	136,5	204,7	273,0	341,2	409,5	477,7
2	B	140,5						
3	B	212,7						
4	B	285						
5	B	357,2						

# Example

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2
2	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
3	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
4	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
5	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	136,5	204,7	273,0	341,2	409,5	477,7
2	B	140,5						
3	B	212,7						
4	B	285						
5	B	357,2						

calculating DTW

## Example

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2
2	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
3	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
4	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
5	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	136,5	204,7	273,0	341,2	409,5	477,7
2	B	140,5						
3	B	212,7						
4	B	285						
5	B	357,2						

## Example

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2
2	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
3	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
4	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
5	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	136,5	204,7	273,0	341,2	409,5	477,7
2	B	140,5	140,5					
3	B	212,7						
4	B	285						
5	B	357,2						

calculating DTW

## Example

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2
2	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
3	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
4	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
5	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	136,5	204,7	273,0	341,2	409,5	477,7
2	B	140,5	140,5					
3	B	212,7						
4	B	285						
5	B	357,2						



## Example

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2
2	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
3	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
4	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
5	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	136,5	204,7	273,0	341,2	409,5	477,7
2	B	140,5	140,5					
3	B	212,7						
4	B	285						
5	B	357,2						

## Example

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2
2	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
3	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
4	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
5	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	136,5	204,7	273,0	341,2	409,5	477,7
2	B	140,5	140,5	208,7				
3	B	212,7						
4	B	285						
5	B	357,2						

## Example

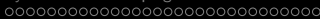
N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2
2	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
3	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
4	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2
5	B	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2	72,2

N°		1	2	3	4	5	6	7
	String	D	D	D	D	D	D	D
1	C	68,2	136,5	204,7	273,0	341,2	409,5	477,7
2	B	140,5	140,5	208,7	277	345,2	413,5	481,7
3	B	212,7	212,7	212,7	281	350	417,5	485,7
4	B	285	285	285	285	353,2	421,5	489,7
5	B	357,2	357,2	357,2	357,2	357,2	425,5	493,7

# On Comparing Classifiers: Pitfalls to Avoid and a Recommended Approach

Steven Salzberg, Data Mining and Knowledge Discovery, 1, 317–328 (1997)

- Choose other algorithms to include in the comparison. Make sure to include the algorithm that is most similar to the new algorithm.
- Choose a benchmark data set that illustrates the strengths of the new algorithm.
- Divide the data set into  $k$  subsets for cross validation. Atypical experiment uses  $k = 10$ , though other values may be chosen depending on the data set size.
- Run a cross-validation
- To compare algorithms, use the binomial test



Thank you !