

Bewegingsherkenning met een smartphone

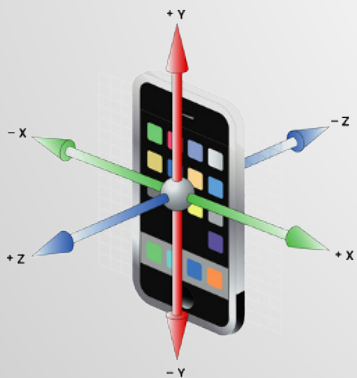
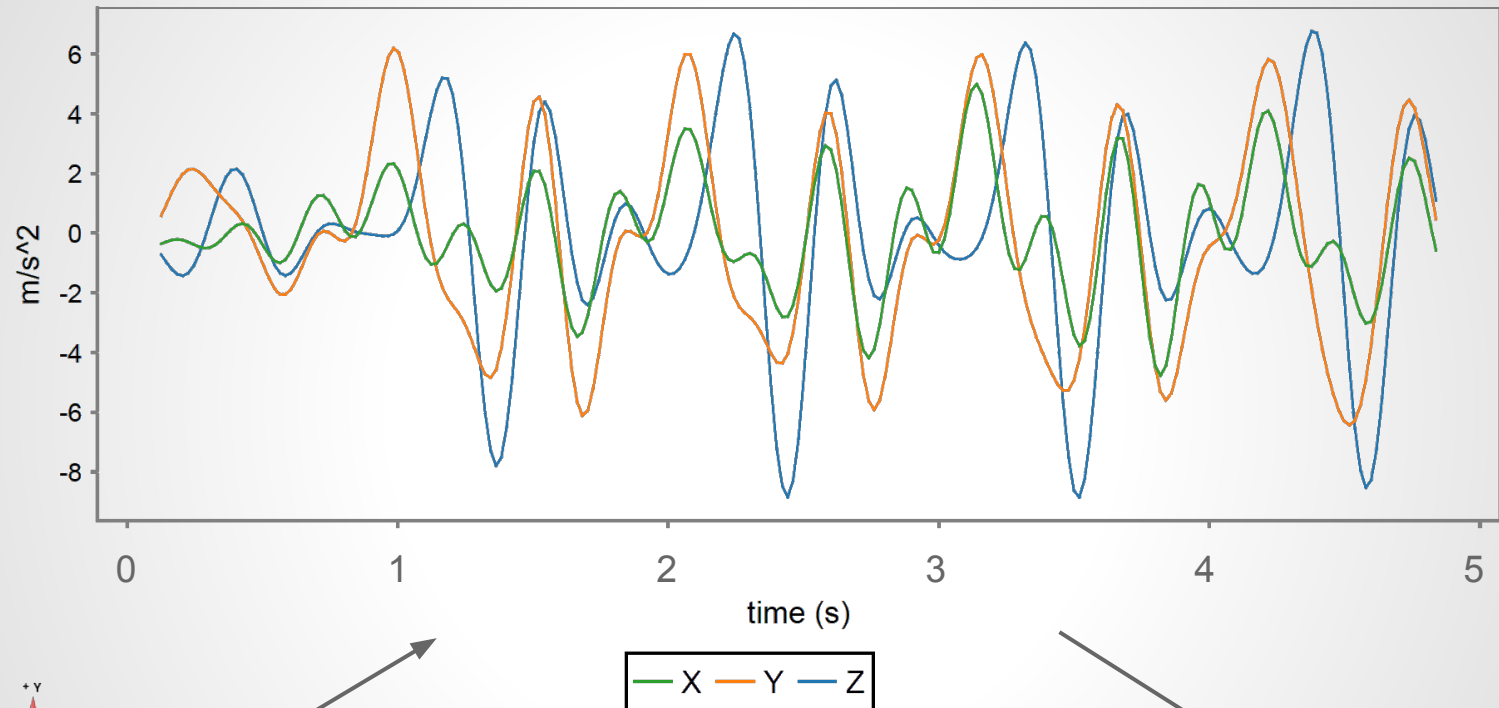
Arne De Brabandere en Menno Keustermans

Begeleiders: Wannes Meert en Leander Schietgat

Inhoud

- Inleiding: probleemstelling en motivatie
- Afzonderlijke activiteiten
- Sequenties van activiteiten
- Besluit

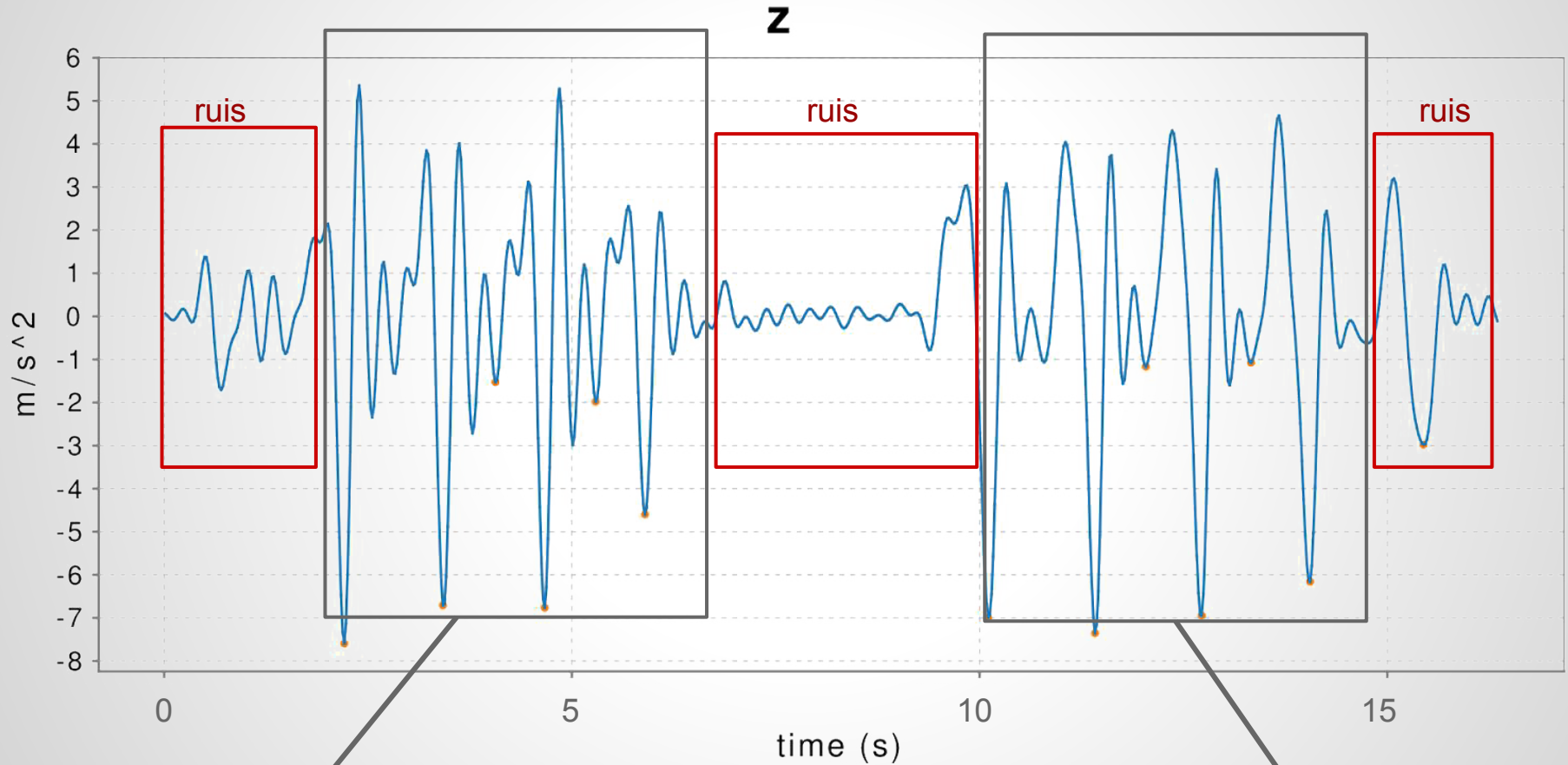
Probleemstelling: afzonderlijk



“wandelen”

herkennen van de beweging

Probleemstelling: sequentie



“wandelen”

“trap op”

Motivatie

Bewegingsherkenning is een belangrijk onderdeel van **context aware computing**

Waarom smartphone?

- Populariteit van smartphone
- Ingebouwde sensoren (accelerometer en gyroscoop)

Onderzoeksvraag

Welke machine learning techniek (model) is het nauwkeurigst om activiteiten te herkennen?

Kunnen we dit model gebruiken om een sequentie van activiteiten te classificeren?

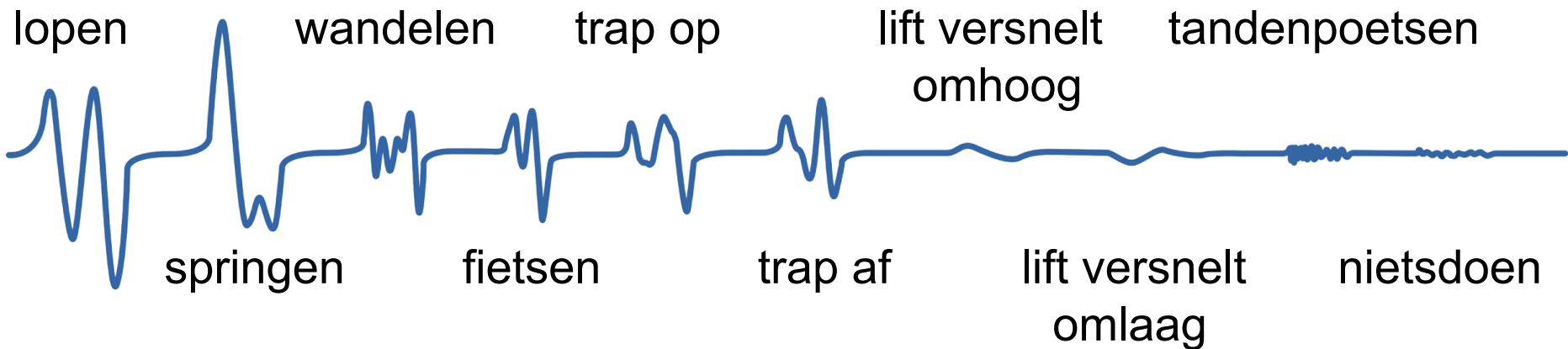
Afzonderlijke activiteiten

1. Gegevens verzamelen
2. Features berekenen
3. Classificatie

Gegevens verzamelen

2 personen,
11 metingen per activiteit

10 verschillende activiteiten (volgens z-versnelling)



Features berekenen

- **Statistische features**

Gemiddelde en standaardafwijking van versnelling, ...

- **Fast Fourier Transformatie (FFT) features**

Amplitude van pieken, ...

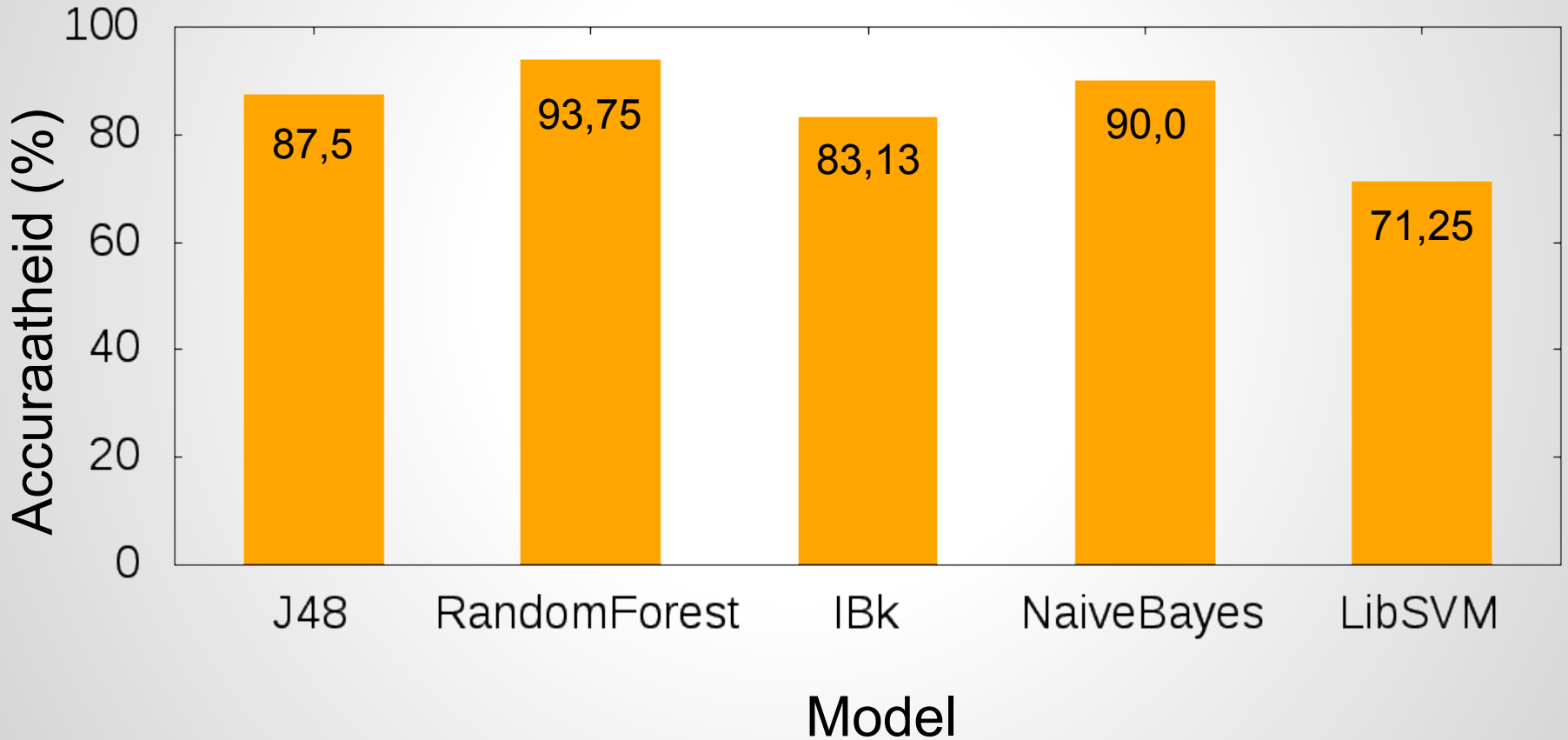
- **Discrete Wavelet Transformatie (DWT) features**

Gemiddelde van de coëfficiënten per schaal, ...

- **Hidden Markov Model (HMM) features**

Likelihoods voor HMM modellen van activiteiten

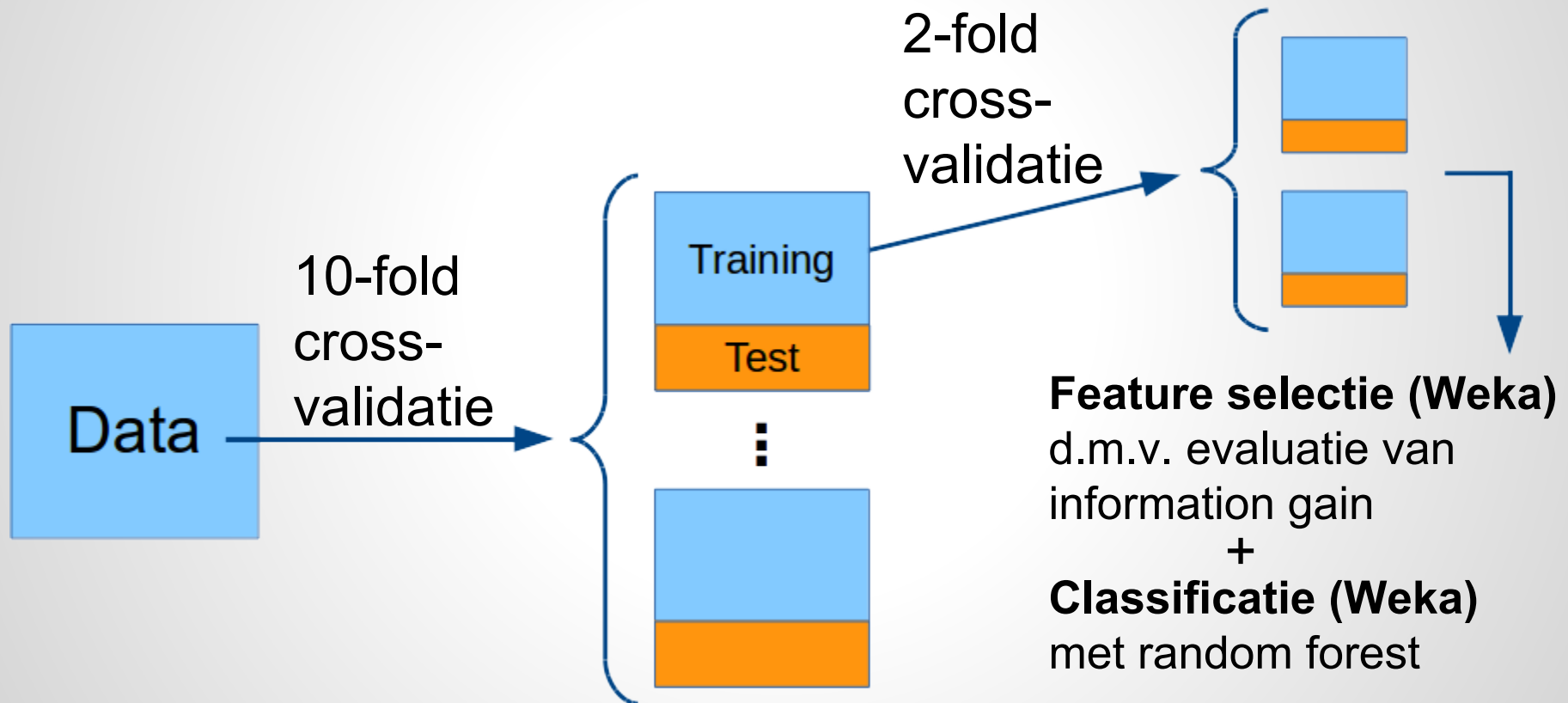
Classificatie



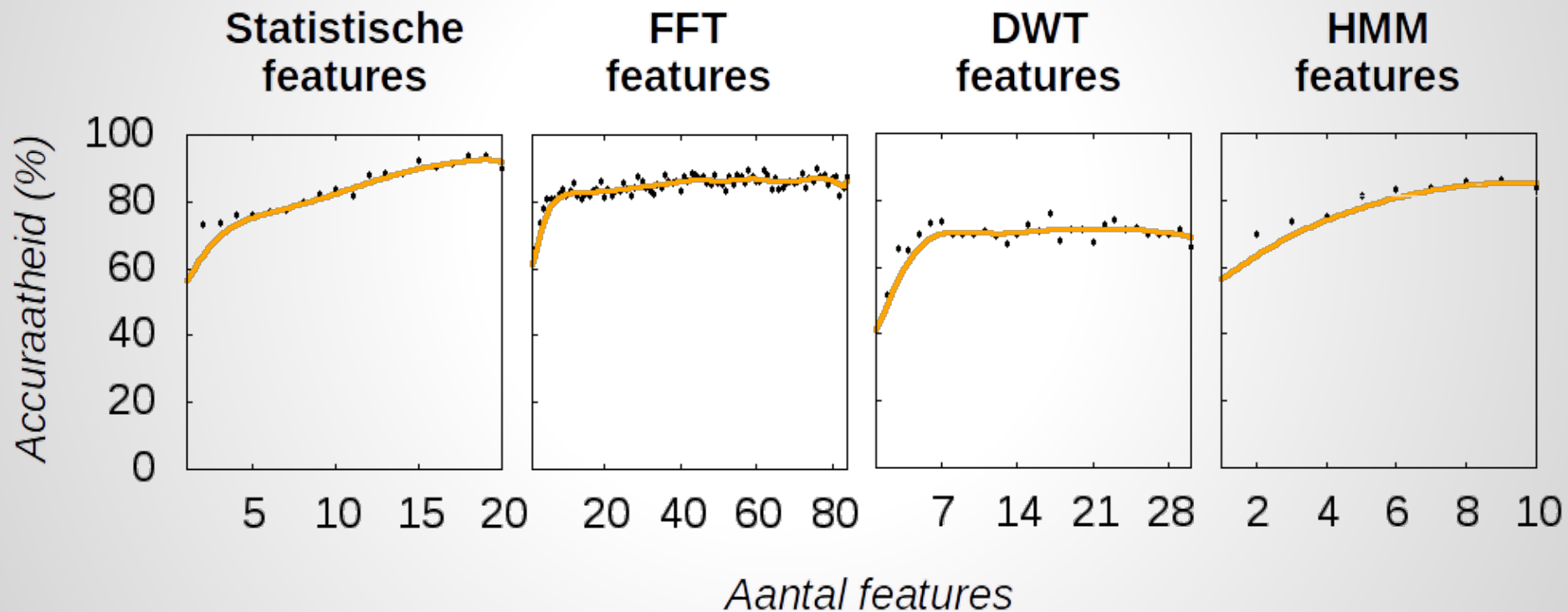
Classificatie: confusionmatrix (random forest)

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	<-- classified as
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	a = Trap af
0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	b = Lopen
1	0	15	0	0	0	0	0	0	0	c = Trap op
0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	d = Tanden poetsen
0	0	0	0	15	0	0	1	0	0	e = Lift versnelt omlaag
0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	f = Fietsen
0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	g = Wandelen
0	0	0	0	6	0	0	10	0	0	h = Lift versnelt omhoog
0	0	0	2	0	0	0	0	14	0	i = Stilstaan
0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	j = Springen

Feature selectie: experiment



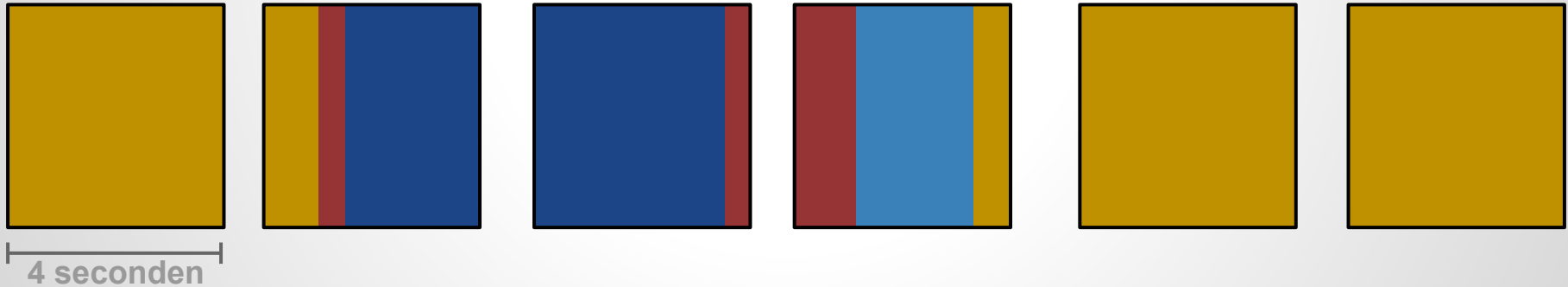
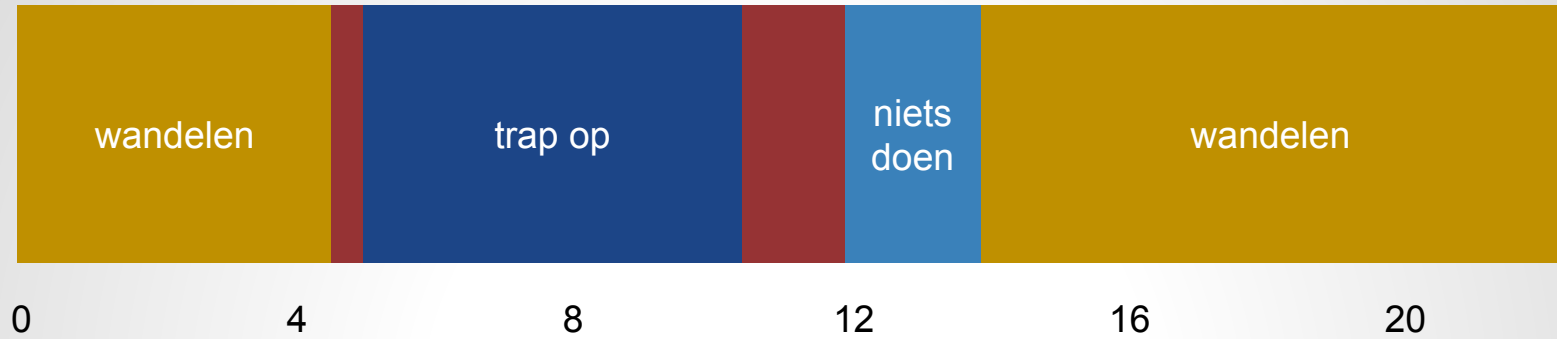
Feature selectie: resultaten



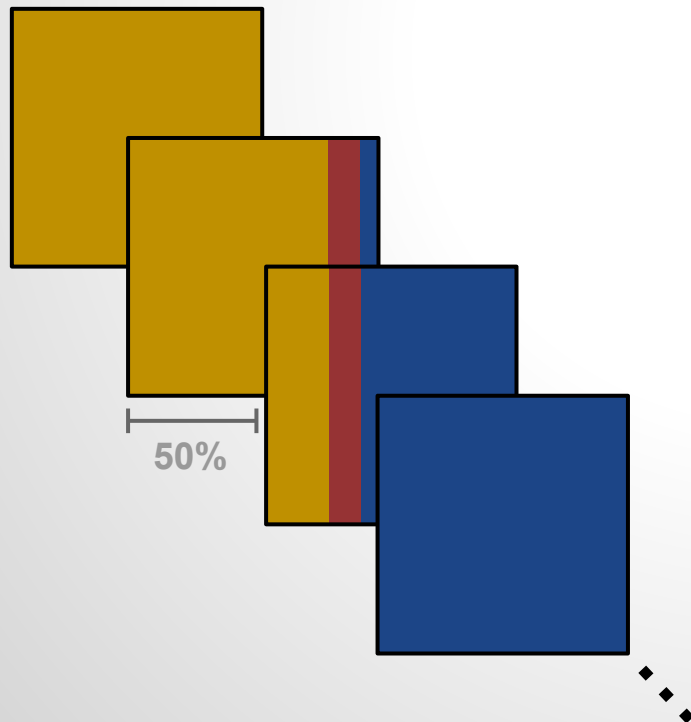
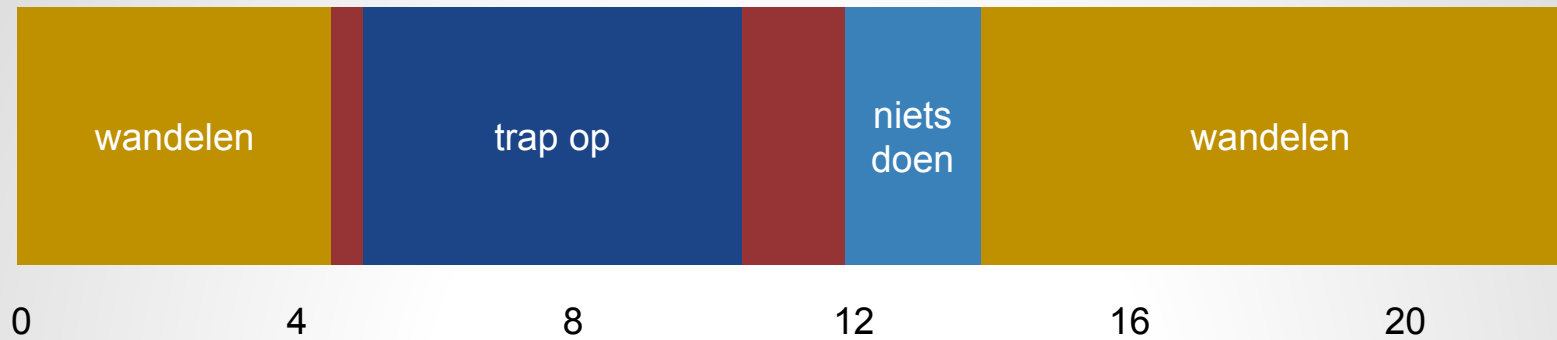
Sequenties van activiteiten



Tijdsvensters:



Overlappings:

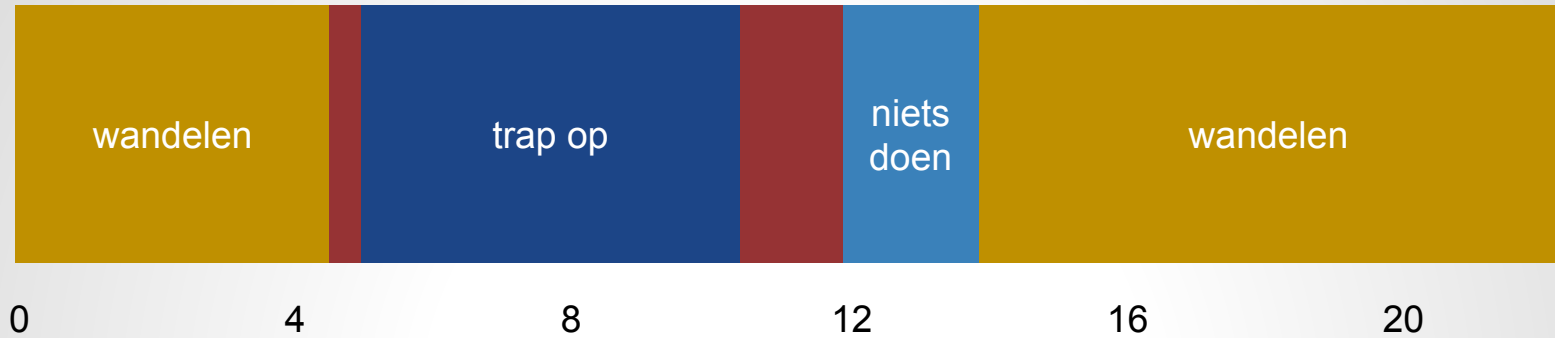


Voorspelling maken (1):

labels = {labels van elk overlappend venster}
kansen = {kansen van de labels}

```
if aantal overlappende vensters >= 2  
    and alle labels zijn gelijk then  
        voorspelling = labels[0]  
else  
    voorspelling = labels[i]  
    met i zodat kansen[i] maximaal is  
end if
```

Voorspelling maken:

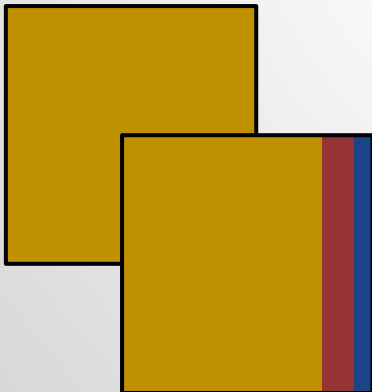


*** Voorspelling maken voor 2 tot 4 ***

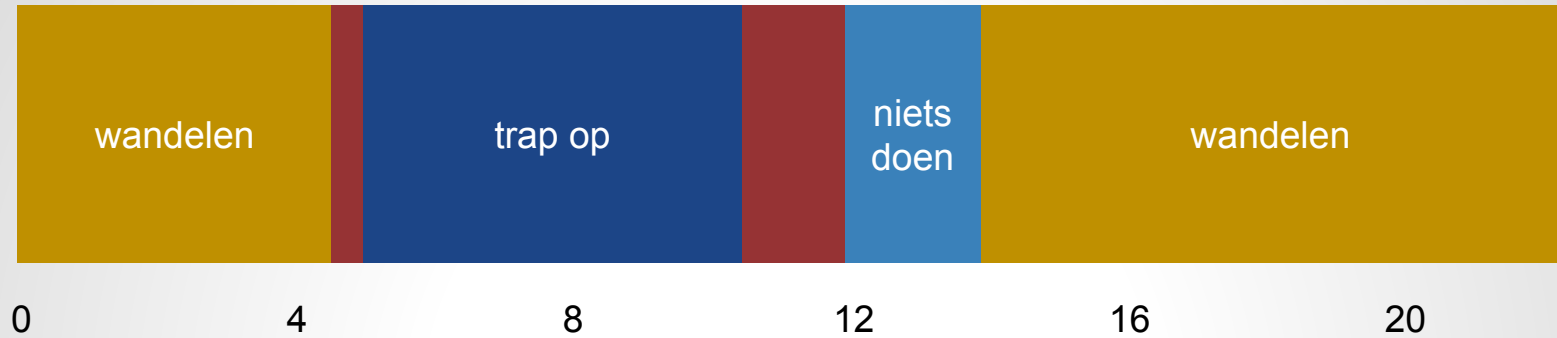
Voorspelling van 0 tot 4:  (70%)

Voorspelling van 2 tot 6:  (55%)

==> voorspelde label is: 



Voorspelling maken:

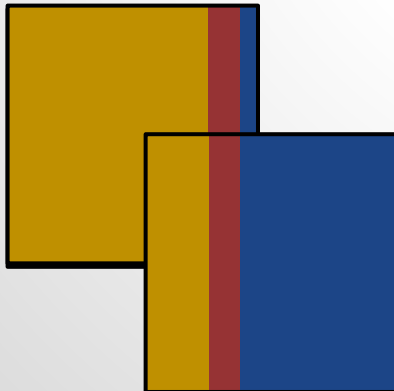


*** Voorspelling maken voor 4 tot 6 ***

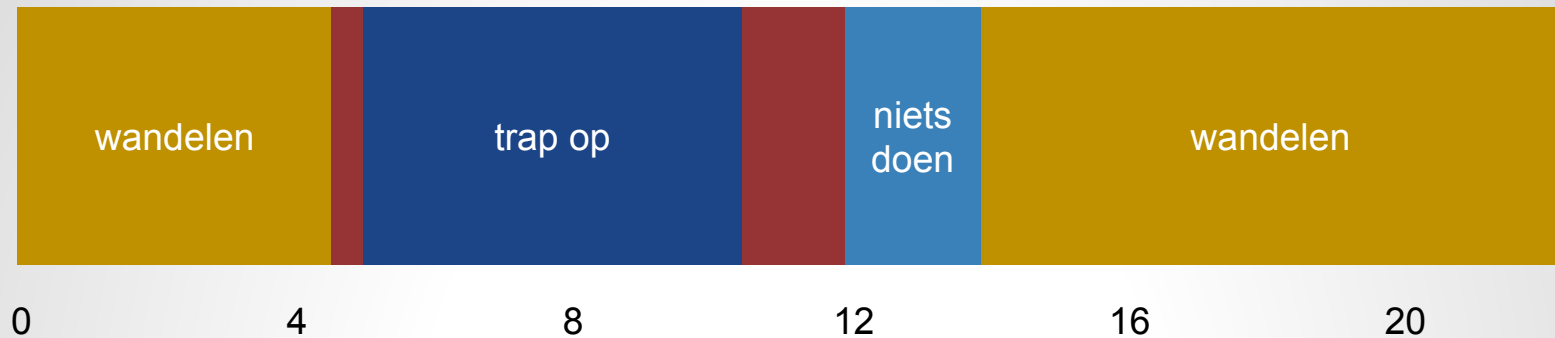
Voorspelling van 2 tot 6:  (55%)

Voorspelling van 4 tot 8:  (40%)

==> voorspelde label is: 



Ruis cut-off:

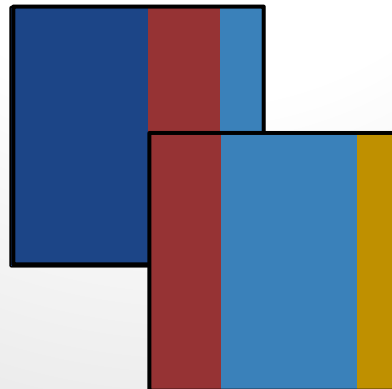


*** Voorspelling maken voor 10 tot 12 ***

Voorspelling van 8 tot 12:  (45%)

Voorspelling van 10 tot 14:  (40%)

==> voorspelde label is: 



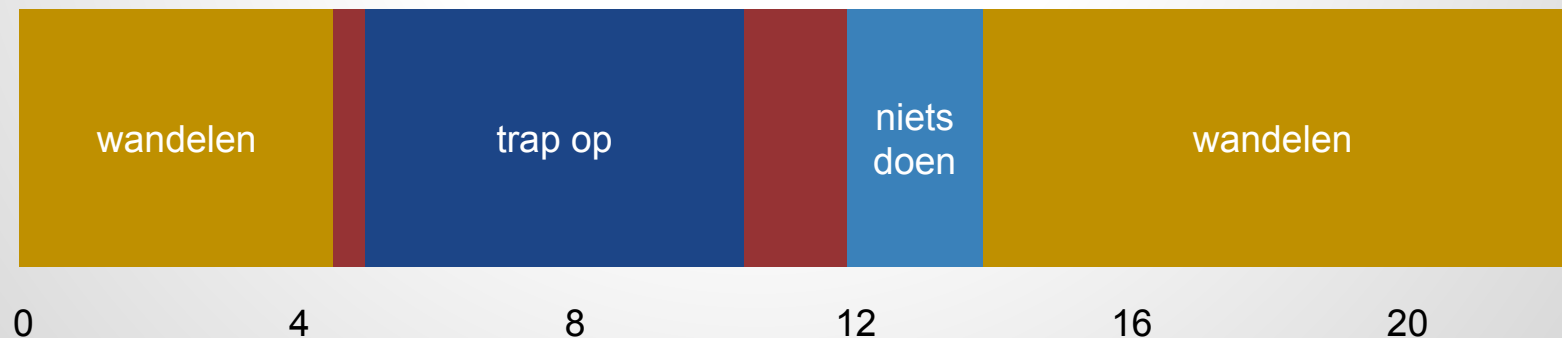
Voorspelling maken (2):

labels = {labels van elk overlappend venster}
kansen = {kansen van de labels}

```
if aantal overlappende vensters >= 2  
    and alle labels zijn gelijk then  
    voorspelling = labels[0]  
else  
    if kansen[i] <= cutoff voor alle i then  
        voorspelling = "Ruis"  
    else  
        voorspelling = labels[i]  
        met i zodat kansen[i] maximaal is  
    end if  
end if
```

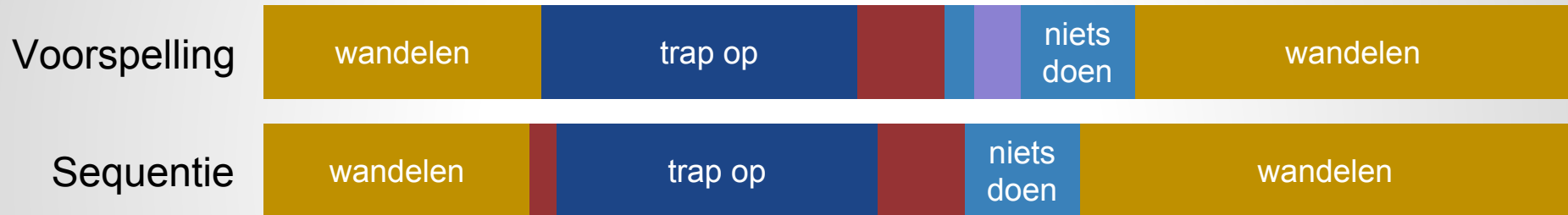
Sequentie van activiteiten: experimenten

- Data opmeten voor sequenties:
wandelen / lopen / springen / trap / lift
- Elke meting *labelen*:
start en einde van activiteiten aanduiden



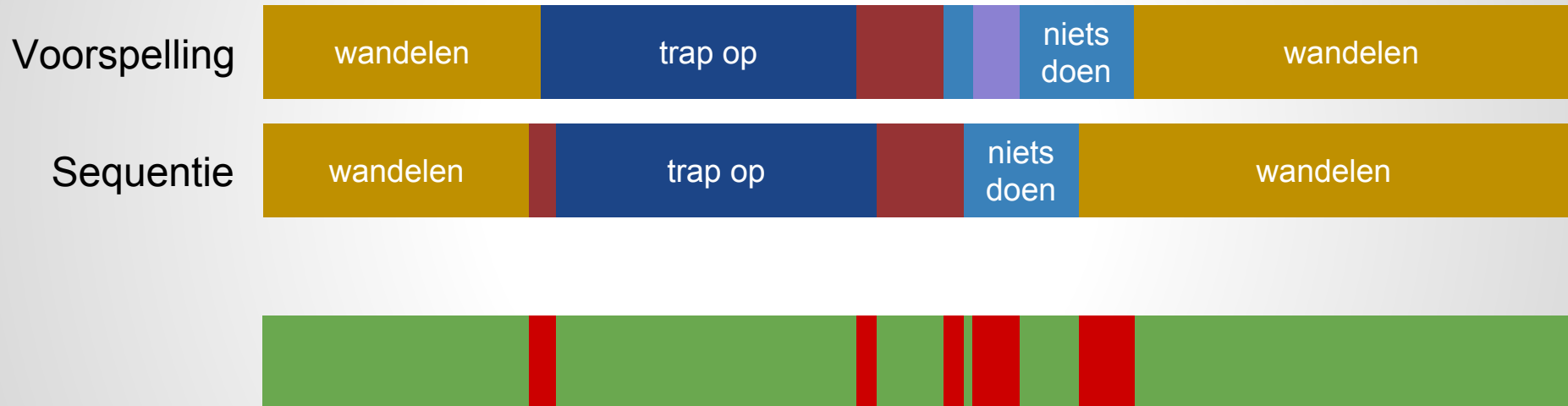
Sequentie van activiteiten: experimenten

Predicties laten maken met het algoritme



Sequentie van activiteiten: experimenten

Predicties laten maken met het algoritme



Sequentie van activiteiten: experimenten

Predicties laten maken met het algoritme

Voorspelling



Sequentie



⇒ Accuraatheid:



Sequentie van activiteiten: experimenten

Predicties laten maken met het algoritme

Voorspelling



Sequentie



⇒ Accuraatheid:



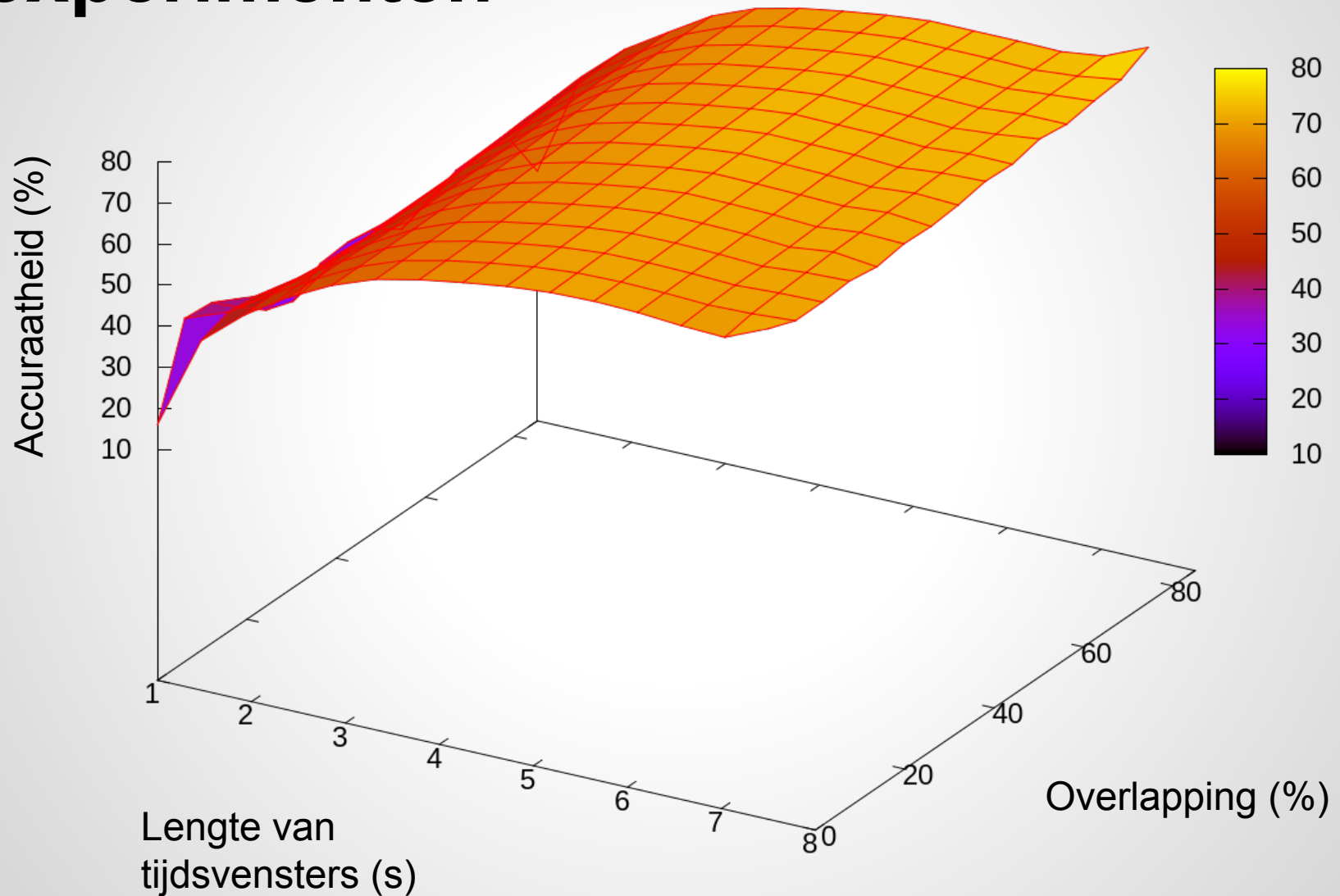
Sequentie van activiteiten: experimenten

Modellen voor afzonderlijke activiteiten gebruiken om activiteit van elk tijdsvenster te bepalen

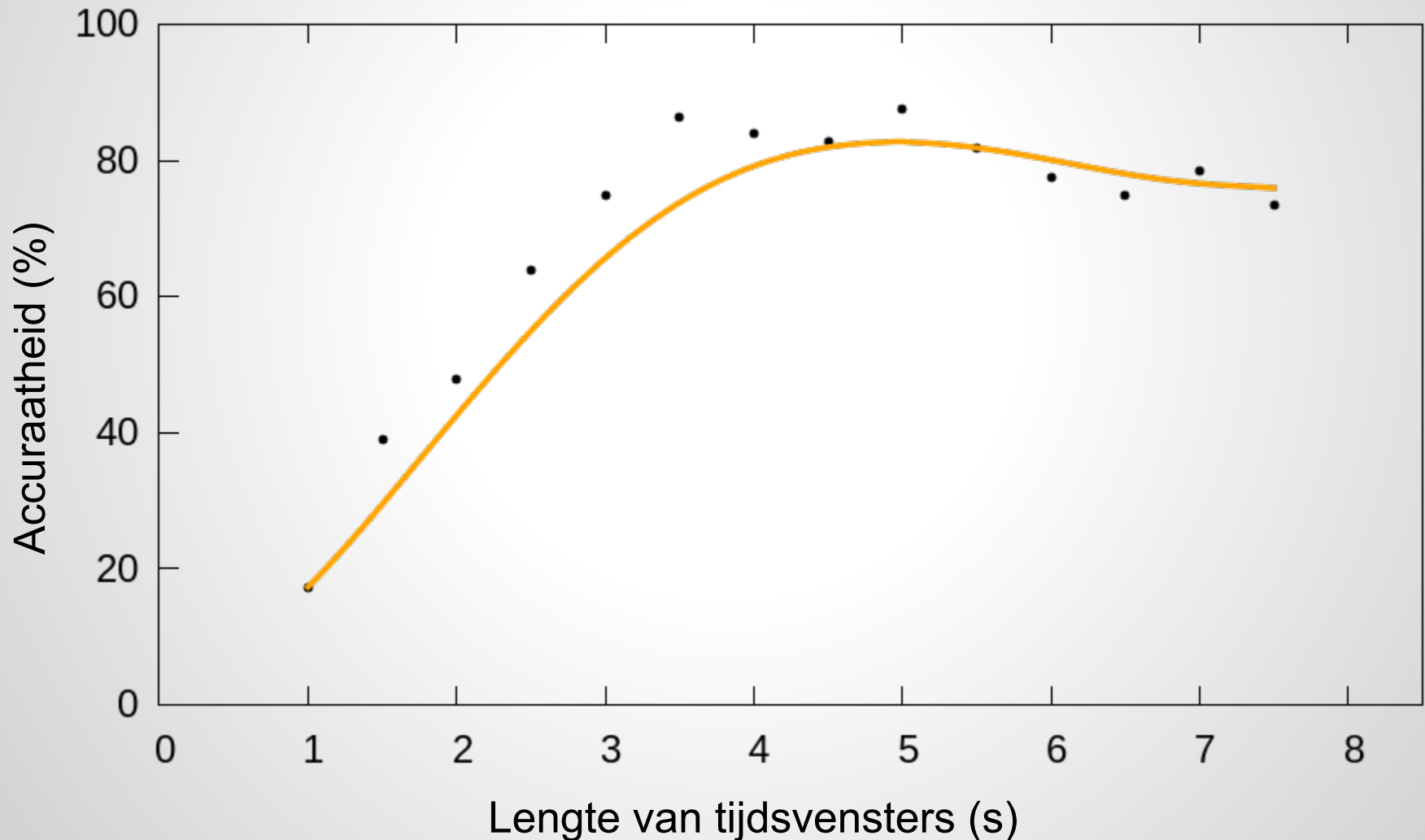
- voor tijdsvensters van verschillende lengte (1s, 1.5s, ..., 7.5s)
- voor verschillende overlappings (0%, 20%, 25%, ..., 85%)

met 50%
ruis cut-off

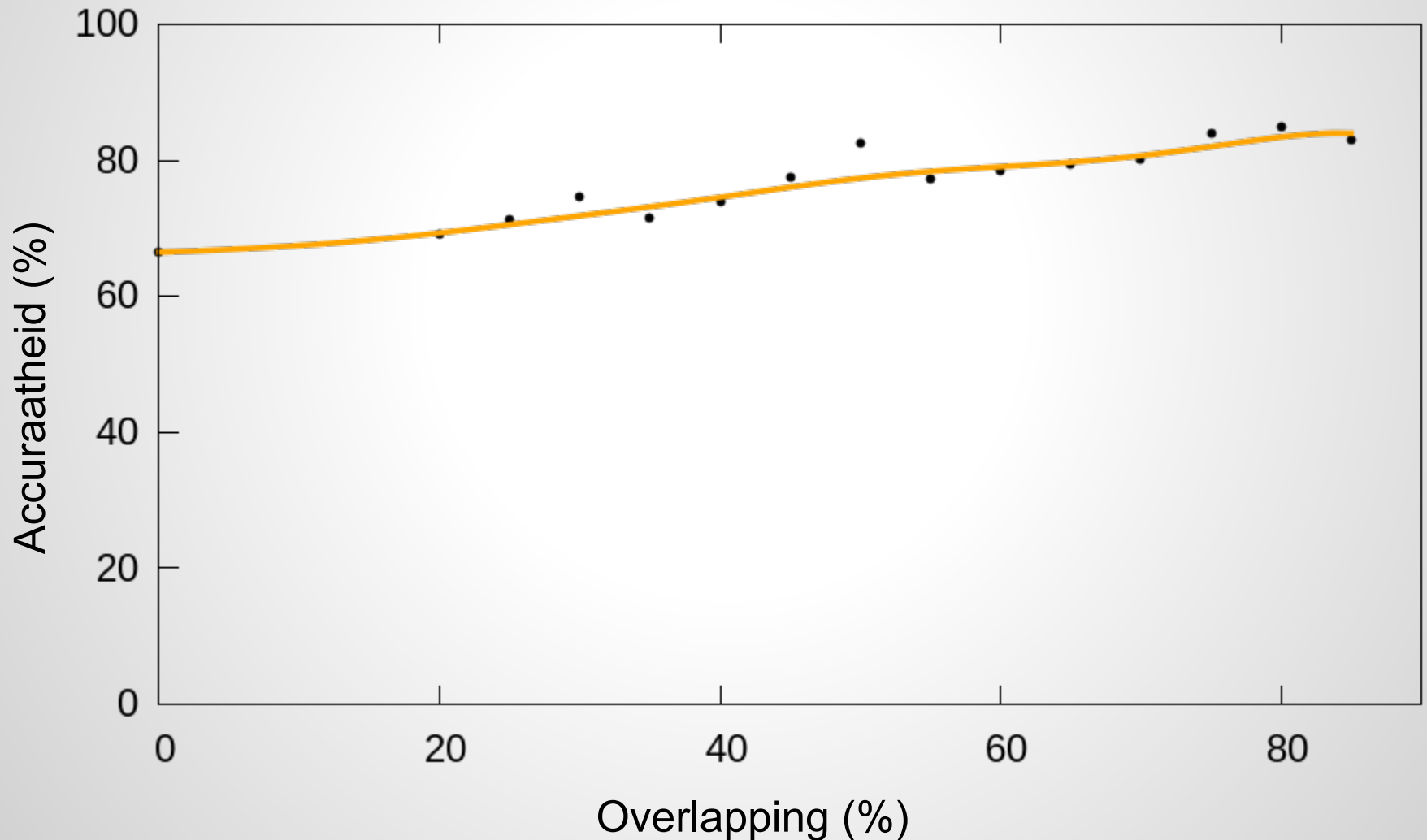
Sequentie van activiteiten: experimenten



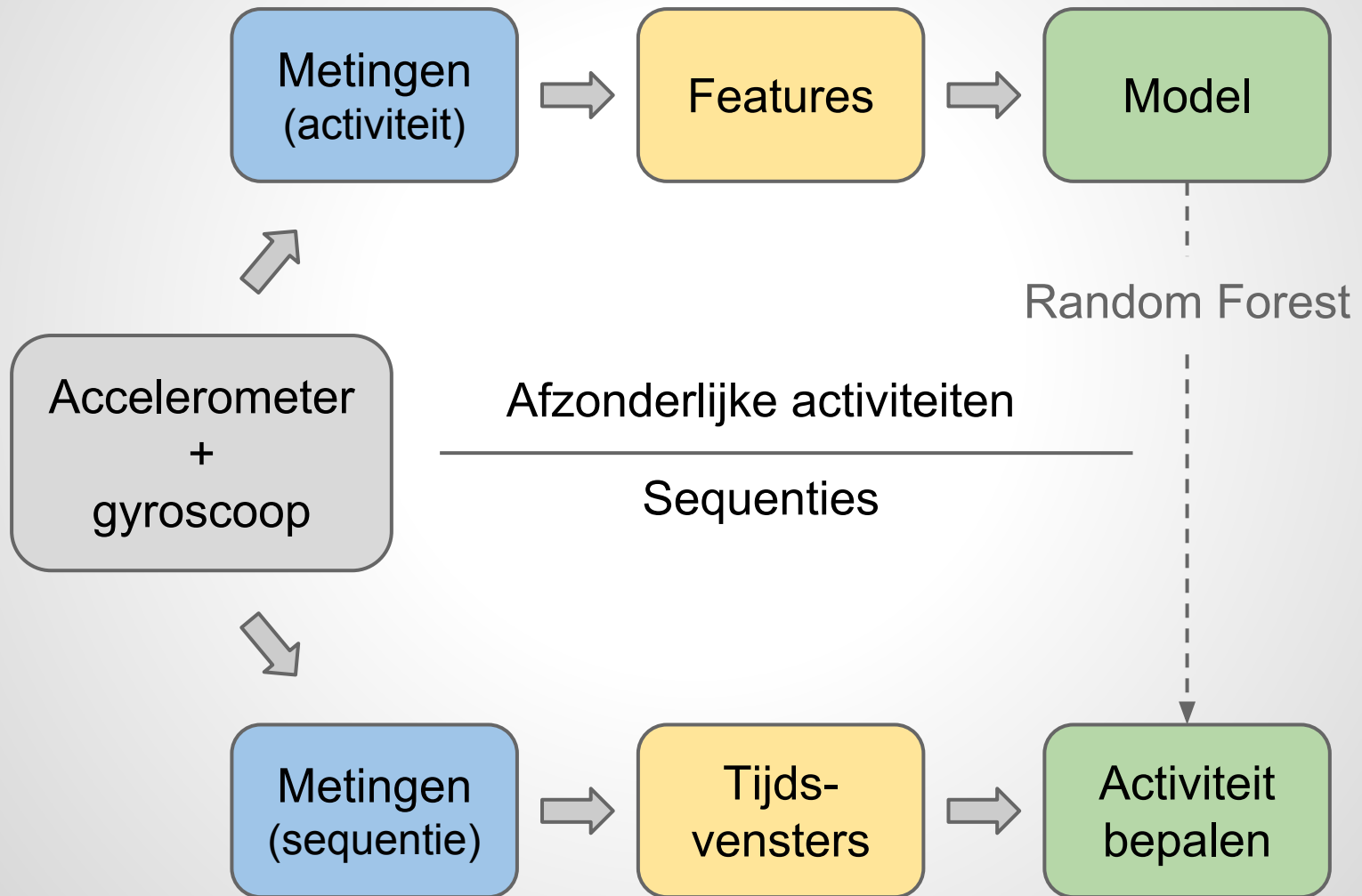
Sequentie van activiteiten: Lengte van tijdsvensters *(75% overlap)*



Sequentie van activiteiten: Overlappingspercentage (*4s tijdsvensters*)



Besluit



Vragen?

Extra slides

Feature selectie: statistische

Met Weka: InfoGainAttributeEval

Ranked attributes:		1.5198	12 z_mean
2.3695	1 z_e_stddev	1.4619	13 mcr_z
2.306	2 t_mean	1.4381	14 zcr_z
2.2267	3 xy_e_mean	1.3703	15 mcr_t
2.2229	4 z_e_mean	1.3078	16 z_peak_d_mean
2.2224	5 z_stddev	1.1727	17 z_peak_d_stddev
2.1731	6 t_stddev	0.953	18 z_kurt
2.1236	7 xy_e_stddev	0.406	19 corr_z_e_xy_e
2.1072	8 z_peak_mean	0.3277	20 corr_z_xy_e
2.0454	9 angle_mean		
1.6348	10 angle_stddev		
1.5203	11 z_peak_stddev		

Feature selectie: FFT

Met Weka: InfoGainAttributeEval

Ranked attributes:			
		1.9652	12 z_freq_m_1.67
2.306	1 t_freq_m_0.00	1.9357	13 z_freq_m_0.42
2.2267	2 xy_e_freq_m_0.00	1.9129	14 xy_e_freq_m_3.33
2.207	3 xy_e_freq_m_1.25	1.8899	15 xy_e_freq_m_2.92
2.1778	4 z_freq_m_0.83	1.8247	16 z_freq_m_2.50
2.166	5 xy_e_freq_m_4.17	1.7856	17 z_freq_m_0.00
2.1359	6 xy_e_freq_m_4.58	1.737	18 t_freq_m_3.33
2.0893	7 xy_e_freq_m_2.50	1.699	19 z_freq_m_4.17
2.0777	8 xy_e_freq_m_1.67	1.6964	20 xy_e_freq_m_0.83
2.0773	9 z_freq_m_1.25	1.6669	21 z_freq_m_2.08
2.0672	10 xy_e_freq_m_3.75	1.6566	22 xy_e_freq_m_0.42
1.9872	11 xy_e_freq_m_2.08	1.633	23 z_freq_e_1.67

Feature selectie: FFT

Met Weka: InfoGainAttributeEval

1.6128	24 z_freq_e_2.50	1.4864	36 t_freq_p1
1.6114	25 t_freq_m_1.25	1.4332	37 z_freq_e_0.00
1.6087	26 z_freq_m_4.58	1.4212	38 z_freq_m_2.92
1.6044	27 t_freq_m_2.50	1.3959	39 z_freq_p1
1.6008	28 t_freq_m_2.92	1.3892	40 t_freq_m_2.08
1.5853	29 z_freq_e_1.25	1.3559	41 t_freq_e_0.42
1.578	30 t_freq_m_0.42	1.3505	42 t_freq_p2
1.5581	31 t_freq_m_4.58	1.3469	43 t_freq_m_0.83
1.5383	32 t_freq_m_1.67	1.311	44 z_freq_e_2.08
1.5331	33 z_freq_m_3.33	1.2248	45 z_freq_m_3.75
1.5265	34 t_freq_m_3.75	1.2122	46 z_freq_p2
1.5256	35 t_freq_m_4.17	1.2072	47 t_freq_p3

Feature selectie: FFT

Met Weka: InfoGainAttributeEval

1.1718	48 z_freq_e_3.33	0.5458	60 t_freq_e_3.75
1.116	49 z_freq_e_0.42	0.4731	61 t_freq_e_2.92
1.0302	50 z_freq_e_2.92	0.4472	62 xy_e_freq_e_2.08
0.9549	51 z_freq_e_3.75	0.4464	63 z_freq_p3
0.9137	52 t_freq_e_2.50	0.4045	64 xy_e_freq_e_2.50
0.9093	53 z_freq_e_0.83	0.4017	65 t_freq_e_0.83
0.8277	54 t_freq_e_2.08	0.4015	66 xy_e_freq_e_0.83
0.8255	55 t_freq_p4	0.374	67 t_freq_e_4.17
0.7658	56 t_freq_e_4.58	0.3718	68 z_freq_p4
0.6711	57 t_freq_e_1.67	0.3493	69 xy_e_freq_p1
0.6029	58 xy_e_freq_e_0.42	0.3345	70 z_freq_e_4.17
0.5923	59 t_freq_e_3.33	0.3276	71 z_freq_e_4.58

Feature selectie: FFT

Met Weka: InfoGainAttributeEval

0.3124	72	t_freq_e_0.00	0	84	xy_e_freq_e_3.33
0	81	xy_e_freq_e_4.17			
0	80	xy_e_freq_e_0.00			
0	78	xy_e_freq_p3			
0	82	t_freq_e_1.25			
0	79	xy_e_freq_p2			
0	83	xy_e_freq_e_3.75			
0	77	xy_e_freq_p4			
0	76	xy_e_freq_e_1.25			
0	73	xy_e_freq_e_1.67			
0	74	xy_e_freq_e_2.92			
0	75	xy_e_freq_e_4.58			

Feature selectie: DWT

Met Weka: InfoGainAttributeEval

Ranked attributes:			
		0.9943	12 z_dwt_ar_-2
1.5365	1 z_dwt_ar_-6	0.9915	13 z_dwt_ar_-3
1.4574	2 z_dwt_ar_-5	0.9611	14 z_dwt_ar_-1
1.386	3 z_dwt_avg_-0	0.9593	15 z_dwt_avg_-5
1.3818	4 z_dwt_avg_-7	0.9403	16 z_dwt_avg_-6
1.3083	5 z_dwt_norm_-7	0.9402	17 z_dwt_norm_-5
1.217	6 z_dwt_avg_-1	0.8701	18 z_dwt_avg_-3
1.1491	7 z_dwt_norm_-6	0.8693	19 z_dwt_norm_-9
1.1226	8 z_dwt_ar_-4	0.8475	20 z_dwt_avg_-9
1.0966	9 z_dwt_avg_-4	0.8089	21 z_dwt_ar_-7
1.0946	10 z_dwt_avg_-8	0.8089	22 z_dwt_norm_-8
0.9994	11 z_dwt_ar_-8	0.6345	23 z_dwt_norm_-4

Feature selectie: DWT

Met Weka: InfoGainAttributeEval

0.5918	24	z_dwt_norm_-2
0.54	25	z_dwt_ar_-9
0.5073	26	z_dwt_norm_-3
0.4943	27	z_dwt_norm_-1
0.3262	28	z_dwt_ar_-0
0.3262	29	z_dwt_norm_-0
0	30	z_dwt_avg_-2

Feature selectie: HMM

Met Weka: InfoGainAttributeEval

Ranked attributes:

2.259	1	z_hmm_model-Trapop
2.226	2	z_hmm_model-Lopen
2.216	3	z_hmm_model-Wandelen
2.136	4	z_hmm_model-Fietsen
2.13	5	z_hmm_model-Trapaf
1.882	6	z_hmm_model-Springen
0.543	7	z_hmm_model-Nietsdoen
0.486	8	z_hmm_model-Tandenpoetsen
0.48	9	z_hmm_model-LiftAD
0.477	10	z_hmm_model-LiftAU