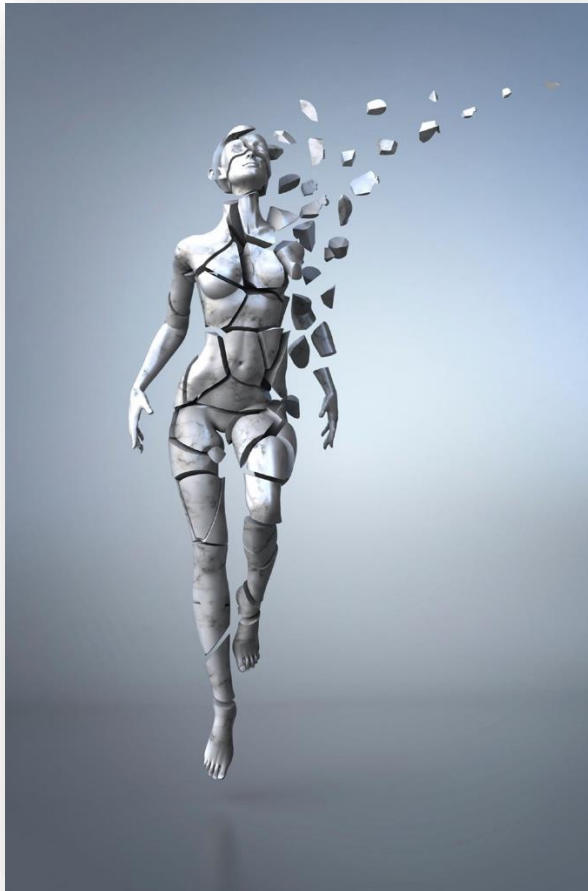




Jurjen Bosga & Anne E. Bosga

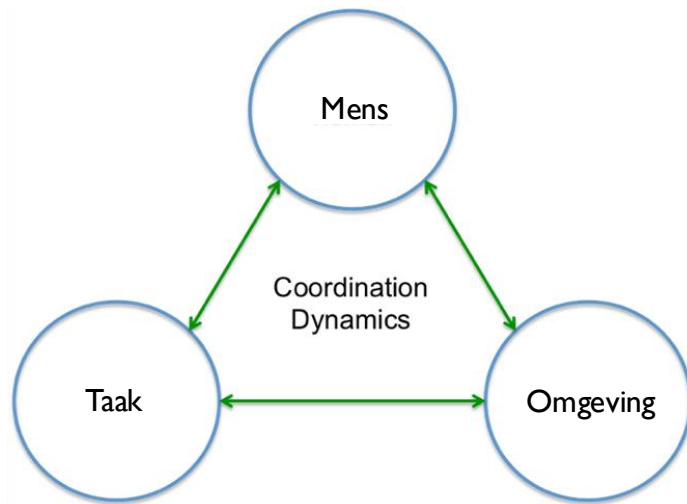


Action Science

Flexibiliteit van het neuromotorisch systeem

Thema: Entropie compensatie

Entropie compensatie

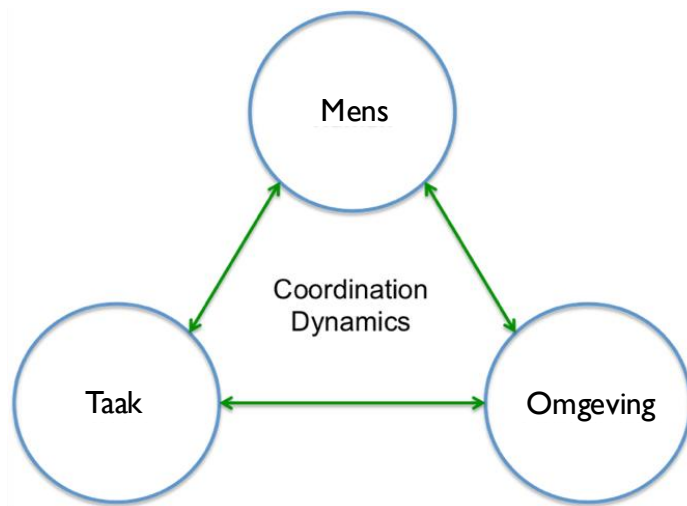


Model van Newell (1986)

Proefschrift van Siang Lee Hong (2007):
"Entropiecompensatie bij menselijke
neuromotorische adaptatie."

Claude Shannon (1948): Shannon definieert entropie in termen van gebeurtenissen. Hoe meer mogelijke uitkomsten (meer oplossingen), hoe hoger de entropiewaarde van het systeem is. Hoe minder mogelijke uitkomsten (minder oplossingen), hoe lager de entropiewaarde van het systeem is.

Entropie (flexibiliteit)



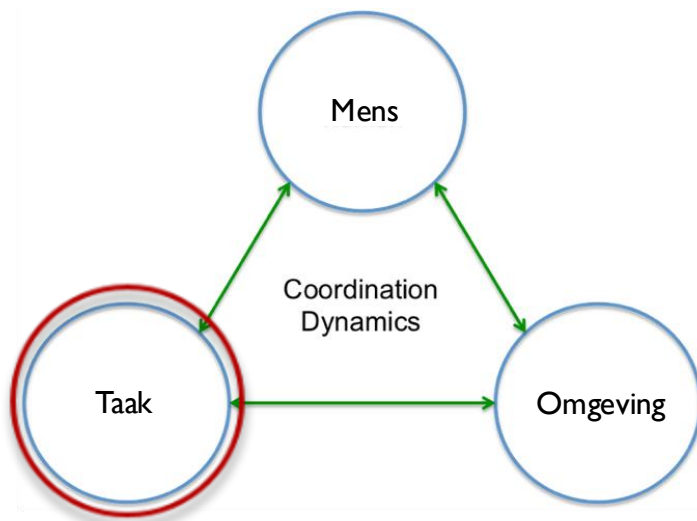
Model van Newell (1986)

Proefschrift van Siang Lee Hong (2007):
"Entropiecompensatie bij menselijke
neuromotorische adaptatie."

Een relatief **lage** of **hoge** entropiewaarde
betekent dat:

- het neuromotorisch systeem **weinig** of **veel** oplossingen tot zijn beschikking heeft om een actie succesvol uit te voeren
- dus geeft aan hoe relatief **voorspelbare** of **onvoorspelbare** bewegingen worden uitgevoerd.

Entropie compensatie



Model van Newell (1986)

Proefschrift van Siang Lee Hong (2007):
"Entropiecompensatie bij menselijke
neuromotorische adaptatie."

Hypothese

Een toename van de moeilijkheidsgraad van de taak (minder voorspelbaar) zal resulteren in meer voorspelbaar cognitief neuromotorisch adaptief gedrag.

Methode

Deelnemers

1. JB ♂ (64 jaar).
2. AB ♀ (30 jaar);

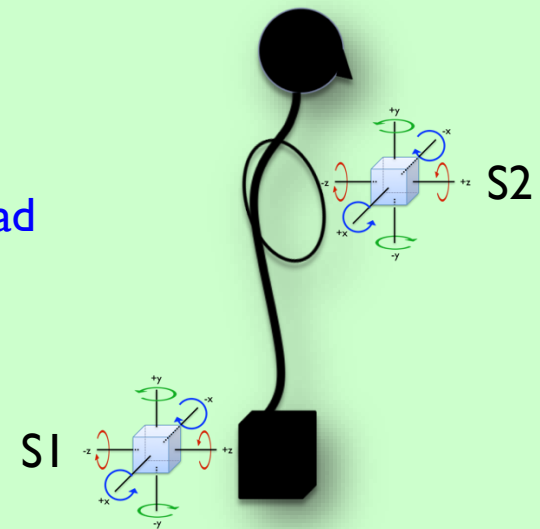
Taak en procedures

- 2 sensoren: S1 (Sacrum) en S2 (Sternum)
- 4 staande taken;

1. Harde ondergrond (HO);
2. Zacht ondergrond (ZO);
3. Lage balanceer bord (LBB);
4. Hoge balanceer bord (HBB);

Moeilijkheidsgraad
van de taak

- Uitvoering = 30 seconden, 3 herhalingen.



Registratiesysteem en analyse

Opnamesysteem: Xsens

6-assige draadloze bewegingssensoren

Sampling rate = 100 Hz

Analyse: SoapSynergy

- *Translaties en Rotaties:*

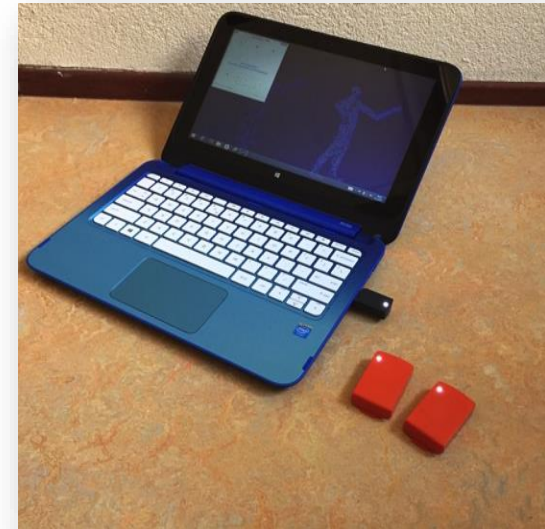
- Bewegingsuitslag (P2P);

- *Coördinatie:*

- Correlaties (r);
- Relatieve fase (ϕ);
- SD relatieve fase ($SD\phi$).

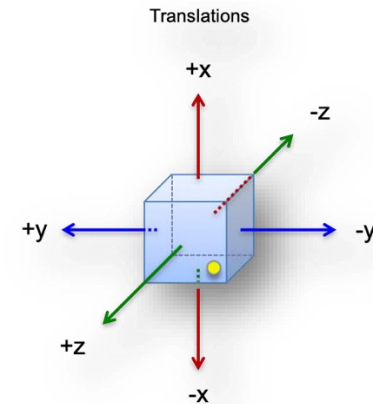
- *Variabiliteit:*

- Signaal-ruisverhouding (SNR);
- Sample entropie (SEn); ✓
- Spectrale dichtheid (PSD);
- Spectrale helling (β).



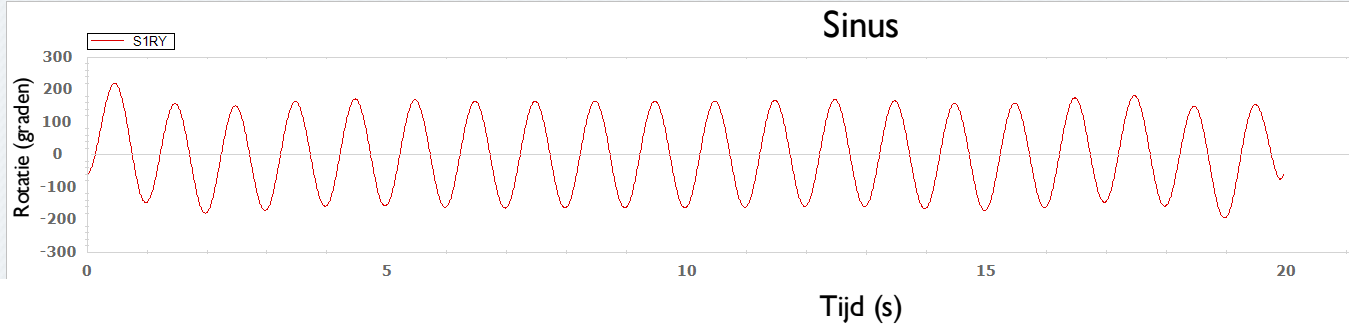
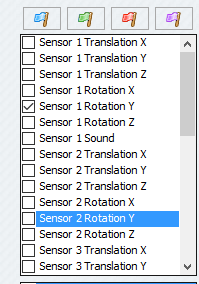
Acceleration data (m/s^2)

- *Recording*
 - **Raw acceleration data (m/s^2)**
- *Preprocessing*
 - Third-order low-pass (20 Hz) and high-pass (0.5 Hz) Butterworth filter
 - **Detrend acceleration data**
- *Variable*
 - Mean sample entropy (SEn) of mediolateral (ML) accelerations of body segments (S1&S2)



Sample entropie (SEn)

SoapSynergy - Review recorded data - SoapSynergy - Test - matlab_signal_white_noises.raw.txt



Waarde SEn = 0,16

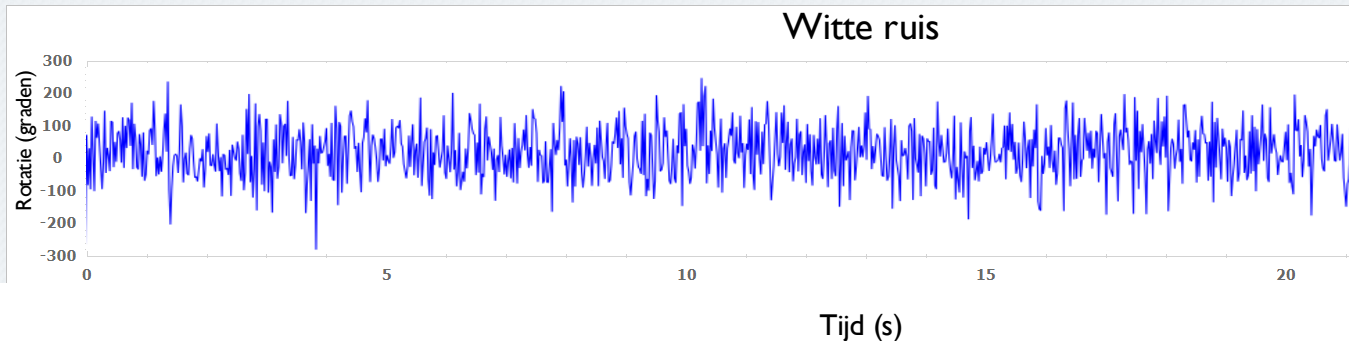
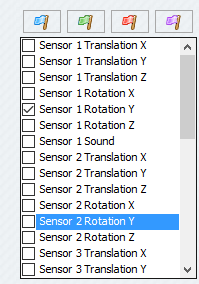
Gedragsskenmerken:

Regelmatig

Rigide

Voorspelbaar

SoapSynergy - Review recorded data - SoapSynergy - Test - matlab_signal_white_noises.raw.txt



Waarde SEn = 2,15

Gedragsskenmerken:

Onregelmatig

Veranderlijk

Onvoorspelbaar

Grafische weergave van een door de computer gegenereerde sinus signaal (boven) en een witte ruis signaal (onder). De verticale assen geven de heen en weer rotaties (graden) van de signalen weer en de horizontale assen geven de gegenereerde tijd in (seconden) weer.

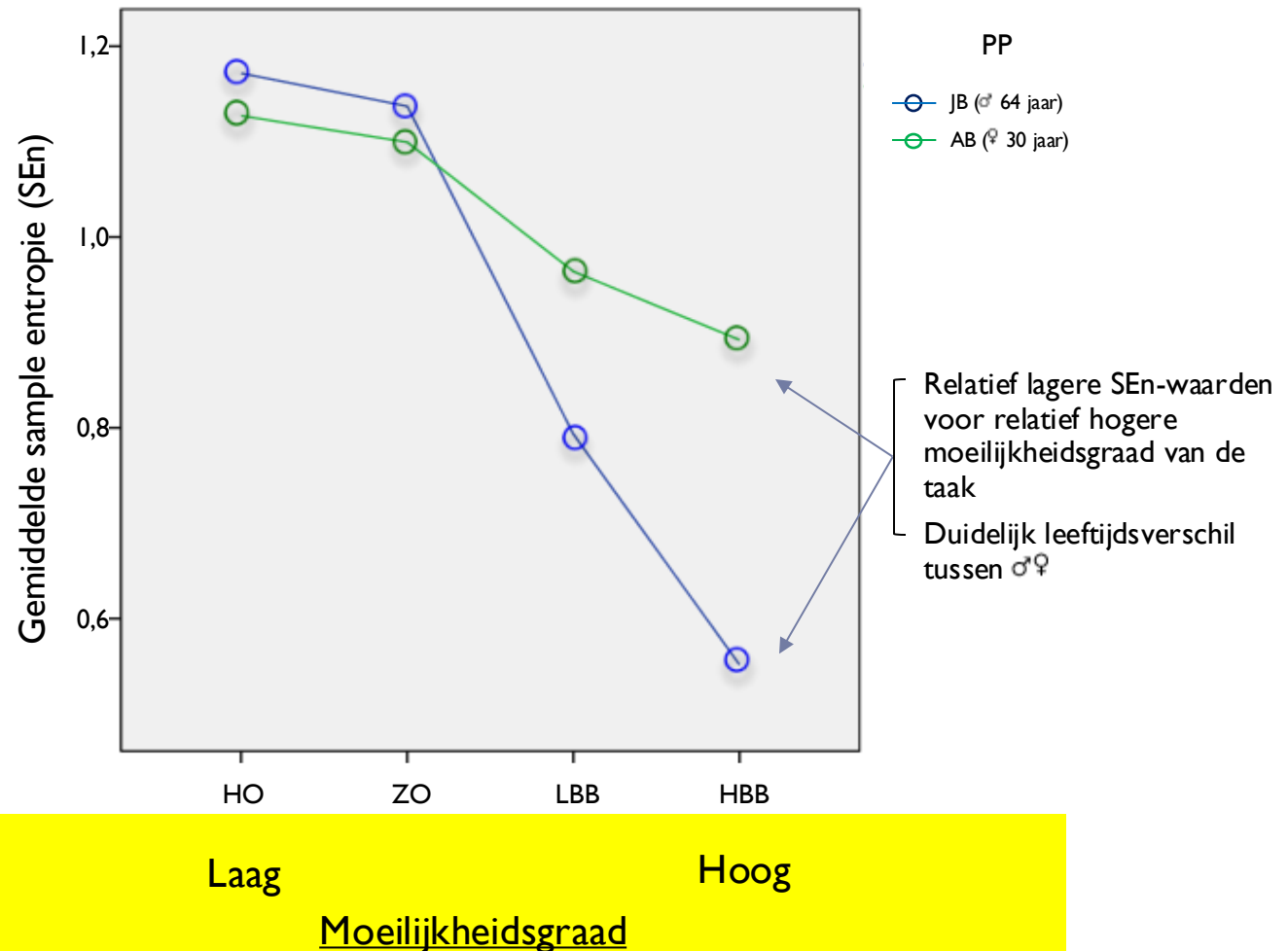
Resultaten

Adaptief gedrag

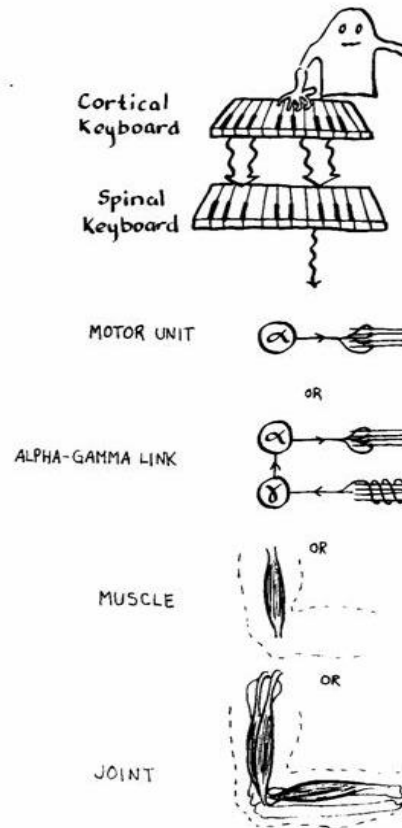
- Onvoorspelbaar
- Onregelmatig
- Veranderlijk

- Voorspelbaar
- Regelmatig
- Rigide

Entropie compensatie



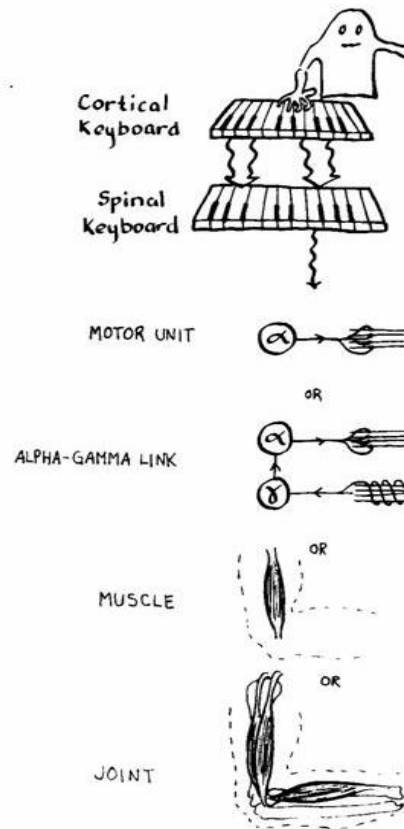
Conclusie



Binnen het kader van dit onderzoek houdt entropie compensatie in dat:

1. het neuromotorisch systeem adapteert voor de moeilijkheidsgraad van de opgelegde taak door ...
2. bewegingspatronen zo te reguleren dat de hoeveelheid entropie in de mens, taak en omgeving interactie, constant blijft.

Implementatie



In de praktijk betekent dat wanneer er verstoringen of inperkingen optreden in het actie systeem, het systeem:

- Mogelijk **meer** of **minder** variabiliteit in bewegingspatronen introduceert als een compensatiemechanisme om een taak succesvol te kunnen volbrengen.
- Deze **toename** of **afname** van variabiliteit kan het systeem helpen om, met (on)zekerheden van de taak omstandigheden, de taak toch succesvol te kunnen uitvoeren.

Take home message



Jurjen Bosga & Anne E. Bosga

THE LANCET

The Lancet, Volume 373, Issue 9666, Page 781, 7 March 2009

Editorial

What is health? The ability to adapt

Dit betekent dat motorische revalidatie aandacht moet besteden aan gezonde bewegingsvariabiliteit van het neuromotorisch systeem.

Met dank aan:

Ruud G. J. Meulenbroek

Wim Hullegie

Mathieu Koppen

Rob P. Ariës

Elgun V.C.M. Zeegers

Jorne Kemper

Werner A.F. van de Ven

Ida M Bosga-Stork

▶ Jurjen Bosga at <http://www.researchgate.net>