

Science modelicale

La science c'est le plaisir de discuter pour comprendre

Gianni Mocellin

Straco
www.straco.ch
29.01.2024, 05h00

Introduction.....	5
2 Survol.....	6
2.7 Les relations acausales.....	6
2.8 La pensée	8
2.8.2 Les représentations	8
2.8.1 Les entitales.....	9
2.8.3 Les contactales	10
2.8.4 Les relatales.....	11
2.8.5 Les relatales implicites	14
2.8.6 Les contactales estensibles.....	16
2.8.7 Les contactales cotransentitales.....	17
2.9 Entitales partielles.....	19
2.10 Bibliothèques d'entitales	22
<i>Résistance</i>	<i>23</i>
<i>Capacitance.....</i>	<i>23</i>
<i>Inductance</i>	<i>23</i>
<i>Memristance</i>	<i>24</i>
Les systales.....	24
5.1 Les enentitales	25
5.1.1 Les incotransentitales.....	25
5.1.2 Les incointerentitales.....	25
5.1.3 Les cocoentitales.....	25
5.2 Les contactales	26
Les types de contactales.....	26
Les contactales acausales.....	26
Les contactales causales	27
Les unités des contactales.....	28
5.3 Les relatales	29
5.3.1 Le préfixe flow et la nature des transentitales.....	31
5.3.2 Les équations de relatales et leurs restrictions.....	34
Les types de contactales	35
<i>Les contactales directes.....</i>	<i>35</i>
<i>Les contactales emboîtées.....</i>	<i>35</i>
<i>Les contactales locales.....</i>	<i>36</i>
5.3.3 Les relatales électriques.....	37
5.3.4 Les relatales mécaniques.....	38
5.3.5 Les relatales basiques et composites.....	41
Les relatales basiques.....	41
Les relatales composites	41
5.4 Entitales, transentitales, interentitales et contactales.....	43
5.4.1 Les binarités des contactales électriques.....	47
5.4.2 Les entitales mécaniques et leur système de référence	49
5.4.3 Relatales multiples vers une contactale unique	55
5.4.5 Posturales et transentitales dans un oscillateur	55
5.5 Conception de contactales	57
5.5.1 Contactales énergétiques.....	59
Transports multiénergétiques.....	61
Dégénérescence des orientalités	62
Dégénérescence des posentalités.....	62
5.5.2 Contactales signalétiques.....	63

5.5.3. Contactales composites	64
5.6 Relatales multidomaines	64
5.8 Relatales implicites	64
5.8.1 Access à des données environnementales partagées.....	65
5.8.2 Structures de relatales explicites ou implicites	67
5.8.3 Structure hiérarchique de relatales	68
5.8.4 Interaction avec un champ.....	69
5.8.5 Génèse de relatales impliquant des contactales inner-outer.....	70
La mécanique translationnelle	70
<i>Les partiales</i>	70
Fixed.....	70
Inertia.....	70
Disk.....	70
Spring.....	70
BearingFriction.....	71
La mécanique biaxiale	71
<i>Les copartiales</i>	71
Primsmatic	71
Revolute.....	71
IdealRolling.....	72
DryFrictionBasedRolling.....	72
RigidNoLossInternal	72
RigidNoLossExternal	72
DifferentialGear.....	72
IdealWheelJoint.....	72
DryFrictionWheelJoint.....	72
SlipBasedWheelJoint.....	72
<i>Les environnementales</i>	72
RelativeForce	72
WordForce.....	72
QuadraticSpeedDependentForce	72
<i>Les internes</i>	72
AbsolutePosition.....	72
RelativePosition	72
AbsoluteVelocity.....	72
RelativeVelocity	72
AbsoluteAcceleration.....	72
RelativeAcceleration	73
TransformAbsoluteVector.....	73
TransformRelativeVector	73
CutForce	73
CutTorque.....	73
CutForceAndTorque.....	73
Power.....	73
Distance	73
15.10 La mécanique triaxiale.....	73
<i>Les partiales</i>	75
Body	75
BodyShape.....	76
BodyBox.....	76
BodyCylinder.....	76
Frame.....	77
FixedTranslation.....	77
FixedRotation.....	77
PointMass.....	77
Mounting1D	77

Rotor1D	77
BevelGear1D couple conique	78
RollingWheel	78
RollingWheelSet.....	78
Les copartiales	78
Prismatic	79
Revolute.....	80
RevolutePlanarLoopConstraint.....	82
Cylindrical.....	82
Universal	82
Planar.....	84
Spherical.....	84
FreeMotion	84
FreeMotionScalarInit.....	84
SphericalSpherical	84
UniversalSpherical.....	84
GearConstraint.....	84
RollingWheel	85
RollingWheelSet.....	85
Les environnementales	85
WorldForce	85
WorldTorque.....	85
WorldForceAndTorque.....	85
Force	85
Torque	86
ForceAndTorque.....	86
LineForceWithMass.....	86
LineForceWithTwoMasses.....	86
Spring.....	86
Damper	86
SpringDamperParallel.....	86
SpringDamperSeries	86
Les internes	86
AbsoluteSensor.....	86
RelativeSensor	86
AbsolutePosition.....	86
AbsoluteVelocity	87
AbsoluteAngles.....	87
AbsoluteAngularVelocity	87
RelativePosition	87
RelativeVelocity	87
RelativeAngles	87
RelativeAngularVelocity.....	87
Distance	87
CutForce	87
CutTorque.....	87
CutForceAndTorque.....	87
TransformAbsoluteVector.....	87
TransformRelativeVector	87
Power.....	87

Introduction

Le présent texte a pour but de présenter les moyens mis à disposition de la pensée par

la systémique

pour représenter la réalité sous forme de système

Il se concentre d'une part sur

les entités

qui existent dans

un univers à comprendre

et sur

les relations

que ces entités entretiennent entre elles

Comme nous raisonnerons en termes d'idées nous qualifierons les idées représentant des entités de

idées entitales

ou

entitales

Et nous qualifierons les idées représentant des relations entre entités de

idées relatales

ou

relatales

Pour nous la pensée peut donc utiliser la systémique pour représenter aussi bien des idées entitales que des idées relatales et donc représenter

une réalité quelconque sous forme de système

Le résultat de l'acte de représentation de la réalité sous forme de système par la pensée
constitue

une représentation systémique de la réalité

que nous appellerons

une idée systale

ou

systale

Cette idée systale peut elle-même être

constituée d'un ensemble de systales reliées entre elles

l'ensemble constituant toujours

une systale

Le présent texte s'inscrit dans

une conception systémique de la pensée

2 Survol

2.7 Les relations acausales

La pensée représente linguistiquement des relations acausales entre entités par

des équations

et non par

des assignations

Ces deux opérations de la pensée diffèrent en ce sens que des équations comme

gauche = droite

ne spécifient pas quelles sont les entrées et quels sont les sorties dans le raisonnement alors que dans les assignations les idées de gauche sont toujours des sorties et les idées de droite sont toujours des entrées dans le raisonnement ce qui donne

sorties = entrées

et non pas

gauche = droite

Ainsi avec des équations la pensée ne fixe pas à priori la causalité d'une relation contrairement à avec une assignation

La causalité de la relation ne devient effective que lorsque l'équation est résolue par la pensée

Le grand avantage de

la représentation acausale par équations

est que la direction des solutions de l'équation s'adapte aux

flots de transentitales

que la pensée cherche à comprendre

Ainsi le dessin d'un système comprenant

des entitales

possédant

des contactales

relié par

des relatales

représentées par de simples lignes et non par des flèches donne

une représentation acausale de la réalité

c'est-à-dire que

aucune direction de cause à effet

n'est spécifié à priori par la pensée dans les relations entre entitales

La direction des flots de transentitale entre entités c'est à dire

la causalité

est automatiquement produite au moment de la simulation du système par la pensée

2.8 La pensée

On peut essayer de comprendre ce qui caractérise les représentations de la réalité que se fait la pensée sous forme de système c'est-à-dire sous forme de

idées systales

systales

2.8.2 Les représentations

Les représentations de réalités complexes par la pensée consistent en de nombreuses entitales reliées entre elles par des relatales

Pour concrétiser ses idées la pensée peut utiliser

des graphique

en faisant

des rectangles ou des cercles

pour représenter les entitales

et

des lignes reliant les entités

pour représenter les relatales qui les relient

Autrement dit chaque rectangle dans le graphique représente

une entitale

et chaque ligne représente

une relatale

Le point de contact entre une ligne et un rectangle est pour nous

une idée contactale

autrement dit

une contactale

Ce point de contact est représenté par un petit symbole à cheval

moitié sur la relatale

et

moitié sur la frontière de l'entitale

2.8.1 Les entitales

Les contactales représente les accès entre relatale et entitale

Ce sont ces accès qui permettent les couplages entre entitales et relatales

Cela signifie que lorsque la pensée définit une entitale elle distingue

d'une part

des idées internes à l'entitale

et d'autre part

des contactales

Aucune interaction entre une entitale et le reste du système ne peut s'effectuer autrement que par une contactale

L'accès aux informations internes à une entitale est toujours possible à la pensée par une notation particulière utilisant

un point

comme ci-dessous

entitale.information-interne

2.8.3 Les contactales

Si on prend le cas de l'électricité comme exemple de contactale et qu'on utilise le préfixe

co-

pour signaler que cette idée fait partie d'une contactale on a la situation suivante en terme d'idées

Le potentiel en termes d'idées peut être qualifié de

interentitale

ce que la pensée représente en machine par

type Interentitale = Real

et le courant en termes d'idées peut être qualifié de

transentitale

type Transentitale = Real

Pour la pensée

une contactale électrique

sera représentée par la syntaxe suivante en machine

connector Contactale
cointerentitale cointerentitale;
cotransentitale cotransentitale;
flow cotransitale transentitale;
end Contactale;

On constate que

toutes les contactale électriques

auront la même structure et contiendront une idée de type

cointerentitale

et une idée de type

cotransentitale

Une ligne contient le préfixe

flow

Ce préfixe est utilisée la pensée pour marquer le fait que c'est

cette cotransentitale

qui passe d'une entitale à une autre entitale

2.8.4 Les relatales

On a vu que

les traits simples

représentent

les relations acausales entre entitales

autrement dit

des relatales acausales

Et que la pensée représente

ces traits simples d'un graphique

par

des équations

dans une machine

Quand la pensée veut représenter

des relations causales

autrement dit

des relatives causales

elle utilise

des flèches

et non des simples traits

Elle représente à nouveau ces relations causales par

des équations

en machine

Pour distinguer les relatives causales des relatives acausales en machine la pensée utilise les deux préfixes

outer

et

inner

marquant la causalité de la relative

On a vu que dans une représentation en machine des échanges entre entités la pensée distingue deux grands types d'idées

les idées cointerentiales

et

les idées cotransentiales

en faisant précéder ces dernières du préfixe

flow

Lorsque la pensée connecte deux entités par une relative elle génère automatiquement et simultanément deux équations c'est-à-dire

une équation d'égalité entre les cointerentiales

stipulant que toutes les cointerentiale en cette connectale doivent être égales

et

une équation de nullité pour les cotransentitales

stipulant que la somme de toutes les cotransitales en cette contactale doit être nulle

Dans la situation où la pensée considère deux entitales ayant chacune deux contactales distinctes c'est-à-dire

une contactale foncée

notée

contactaleFoncée

et

une contactale claire

notée

contactaleClaire

et où elle veut connecter par exemple les deux contactales foncées de deux entitales

elle construit une idée relatale entre deux contactales sous la forme suivante

connect(Entitale1.connectaleFoncée, Entitale2.connectaleFoncée)

Dès que cette relatale est conçue les deux entitales forment

un couple

et la pensée produit automatiquement les deux équations dont nous avons parlé

Si les entitales en questions sont

des Résistales

la première équation est

résistale1.connectaleFoncée.cointerentitale = Résistale2,connectaleFoncée.cointerentitale

Cette équation stipule que les cointeractales des deux contactales connectées doivent être égales

La seconde équation

$$R_{\text{ésistale1}} \cdot \text{connectaleFoncée} \cdot \text{cotransentitale} + R_{\text{ésistale2}} \cdot \text{connectaleFoncée} \cdot \text{cotransentitale} = 0$$

stipule que la somme des transentitales doit être nulle

La pensée suppose en outre que les cotransentitales sont positives quand elles sont dirigées

vers

les entitales

2.8.5 Les relatales implicites

Jusqu'à présent nous avons parlé de

relatales entre entitales connectées par des contactales

ou chaque relatale est représentée par

une ligne

dans un graphique et par

deux équations relatales

en machine

Si la pensée se trouve confrontée à

un très grand nombre d'entitales

cette approche peut se révéler confuse à cause du

très grand nombre de relatales

pouvant relier chaque paire d'entitales

Ceci est particulièrement vrai de réalités comportant

une entitale

que nous qualifierons de

environnementale

c'est-à-dire une entitale à laquelle toutes les entitales constituant le système sont sensibles

Si N est le nombre d'entitales cette situation mène la pensée à devoir représenter

$$N * N$$

relatales entre les N entitales influencées par l'entitale environnementale ou à

$$I * N$$

relatales entre une entitale environnementale et les N entitales présentes si

les interactions entre les entitales du système

sont négligées

Pour le cas de

$$I * N$$

relatales la pensée peut se simplifier la vie en définissant

une relatale multiple

entre

une entitale environnementale

et

les N autres entitales du système

Pour représenter de telles idées en machine la pensée utilise les préfixes

inner

et

outer

Ce type de relation multiple où

une propriété particulière d'une entité extérieure au système

est accédée par

un grand nombre d'entités du système

la pensée la représente donc par

une déclaration de définition

qu'elle marque par le préfixe

inner

Cette idée peut être dès lors être accédée par n'importe quelle entité du système par l'intermédiaire de

une déclaration de référence

que la pensée marque en machine par le préfixe

outer

comme dans

model EntitaleEnvironnementale

inner *tauxBanqueCentrale;*

Banque banque1, banque2;

parameter *Real tauxBanqueFixé=1;*

equation

*tauxBanqueCentrale = sin(tauxBanqueFixé * temps);*

end *EntitaleEnvironnementale;*

model *Banque*

outer *Real tauxBanqueCentrale;*

Real tauxAppliqué

equation

tauxAppliqué = tauxBanqueCentral;

end *Banque;*

2.8.6 Les contactales extensibles

En plus des contactales simples la pensée dispose d'un moyen de concentrer l'information

des contactales extensibles

comme

expandable connector *ConnectaleBanquier*
end *ConnectaleBanquier*;

block *Offre*
RealSortie *endettement*;
end *Offre*;

block *Demande*;
RealEntrée *endettement*;
end *Demande*;

model *Financement*
ConnectaleBanquier *connectaleBanquier*;
Offre *endettement*;
Demande *endettement*;

equation
connect (*connectaleBanquier.endettement*, *offre.endettement*);
connect(*connectaleBanquier.endettement*, *demande.endettement*);
end *Financement*;

2.8.7 Les contactales cotransentitales

Avec des fluides il peut exister

des flots de matière bidirectionnels

transportant des propriétés qui leur sont directement associées

Dans ce cas les deux contactales fondamentales conçues avec

une cotransentitale

et

une cointerentitale

ne sont pas suffisantes à la pensée pour décrire de telles réalités

Dans de tels cas la pensée conçoit

des transport convectifs de propriétés

telles que

l'enthalpie

ou

la composition chimique

Si la pensée utilisait des relatives classiques avec des cotransentitales et des cointerentitales aux contacteurs le système contiendrait

des équations non linéaires contenant des idées binaires pour la direction des flots

ainsi que

des singularités autour de zéro

De tels systèmes sont très difficiles à résoudre en général

La pensée utilise alors

deux équations différentes

pour

les deux directions de flot possibles

Comme ceci n'est pas possible en utilisant simplement les cotransentitales et les cointerentitales la pensée résoud ce problème en introduisant

un type différent de relative

qu'elle distingue en machine avec le préfixe

stream

Une relative stream décrit une propriété qui est transportée par une cotransentitale

de manière purement convective

Si au moins l'une des idées de la contactale a le préfixe

stream

la pensée la considère comme

une contactale fluide

et la représente de la manière suivante

connector ContactaleFluide
flow Real FlotMasse;
stream Real FlotPropriété;

model SystèmeFluide
ComposantFluide masse1, masse2, .. , masseN;
ContactaleFluide c1, .., cM;
equation
connect (m1.c, m2.c)
 ...
connect((m1.c, cM);
 ...
end SystèmeFluide

2.9 Entitales partielles

Nous avons vu qu'une propriété fréquente des entitales simples est celle d'avoir

deux contactales

Cela signifie que la pensée peut concevoir

une entitale générale

qui s'appellerait

DeuxContactales

Cette entité serait

partielle

en ce sens qu'elle contiendrait de

l'information de connection

mais pas d'information concernant le comportement de l'entitale

Pour distinguer en machine ce type d'entitales partielles la pensée utilise le préfixe

partial

On pourrait aussi qualifier ces entités partielles de

entités abstraites

Comme une entité partielle est incomplète elle ne peut pas être utilisée comme une entité normale pour représenter la réalité en système

Une entitale partielle a la forme suivante

partial class DeuxContactales
Contactales contactaleFoncée, contactaleClaire;
Interentitale interentitale;
Transentitale transentitale;
equation
interentitale = contactatleFoncée.interentitale - contactaleClaire.interentitale;
0 = contactaleFoncée.transentitale + contactaleClaire.transentitale;
transentitale = contactaleFoncée.transentitale;
end DeuxContactales;

L'entitale DeuxContactales a deux contactales à savoir

une foncée

et

une claire

La pensée attribue au flot de transentitale une binarité positive si ce flot est orienté

vers

une contactale

et une binarité négative si ce flot sort

de

une contactale

Utilisation des entitales partielles

Pour représenter

le comportement d'une entitale

la pensée doit encore adjoindre à une entitale partielle

une équation constitutive

La forme la plus simple d'équation constitutive utilisée par la pensée est

$$\textit{constitution} * \textit{transentitale} = \textit{interentitale};$$

Cette équation décrit la relation entre l'interentitale et la transentitale quand cette dernière traverse l'entitale

Une résistance électrique serait décrit ainsi par la pensée

```

class Résistance "Résistance"
  extends DeuxContactales;
parameter Real résistance (unité = "Ohm") "Résistance"
  equation
    résistance * transentitale = interentitale
  end Constitution

```

Une entitale qui serait dotée de capacitance aurait la forme

```

class Capacitance "Capacitance"
  extends DeuxContactales;
parameter Real capacitance (unit = "Farad") "Capacitance"
  equation
    capacitance * der intransentitale = interentitale
  end Capacitance

```

Pendant une simulation du système les entitales communiquent par les cotransentitale et les cointerentitales spécifiées et la pensée résoud sans cesse les équations donnant les valeurs de

cointerentitale(temps)

et

cotransentitale(temps)

où

temps

est le temps de la simulation que la pensée appelle

time

Le terme

équations

n'exclue pas le fait que les entitales puissent accumuler intérieurement

les cointerentiales

sous forme de

ininterentiales

ainsi qu'accumuler

les cotransentiales

sous forme de

intransentiales

toutes ces idées étant reliée en système

2.10 Bibliothèques d'entitales

Pour comprendre sur quelles bases la pensée peut constituer des bibliothèques d'entitales on peut analyser quelles sont

les entitales les plus générales

que la pensée peut concevoir

Pour ce faire on peut commencer par analyser

les équations constitutives les plus simples

permettant de décrire

le comportement d'une entitale simple

On peut en première approche décomposer ce comportement simple selon

quatre propriétés fondamentale des entités

En supposant que l'entitale ait deux contactales la pensée représente ces quatre propriétés en machine en distinguant toujours

une contactale foncée

et

une contactale claire

Résistance

Equation d'égalité

$$0 = \text{contactaleFoncée}.\text{cotransentitale} + \text{contactaleClaire}.\text{cotransentitale}$$

Equation de nullité

$$\text{cointerentitale} = \text{contactaleFoncée}.\text{cointerentitale} - \text{contactaleClaire}.\text{cointerentitale}$$

Equation d'existence

$$\text{cotransentitale} = \text{contactaleFoncée}.\text{cotransentitale}$$

Equation de comportement

$$\text{cointerentitale} = \text{résistance} * \text{cotransentitale}$$

Capacitance

Equation d'égalité

$$0 = \text{contactaleFoncée}.\text{cotransentitale} + \text{contactaleClaire}.\text{cotransentitale}$$

Equation de nullité

$$\text{cointerentitale} = \text{contactaleFoncée}.\text{cointerentitale} - \text{contactaleClaire}.\text{cointerentitale}$$

Equation d'existence

$$\text{cotranseentitale} = \text{contactaleFoncée}.\text{cotransentitale}$$

Equation de comportement

$$\text{cotransentitale} = \text{capacitance} * \text{der cointerentitale}$$

Inductance

Equation d'égalité

$$0 = \text{contactaleFoncée}.\text{cointerentitale} + \text{contactaleClaire}.\text{cointerentitale}$$

Equation de nullité

$$\text{cointerentitale} = \text{contactaleFoncée}.\text{cointerentitale} - \text{contactaleClaire}.\text{cointerentitale}$$

Equation d'existence

cotransitale = contactale Foncée.cotransentitale

Equation de comportement

*cointertransitale = inductance * der cotransentitale*

Memristance***Equation constitutive***

*ininterentitale = memristance * intrasentitale*

C'est sur ce modèle simple d'entitale à quatre propriétés constitutives fondamentales que la pensée commence en général à concevoir une bibliothèque d'entitales

Les systales

Pour représenter la réalité sous forme de système la pensée utilise

des idées de la réalité

que nous appelons

des idées réales

ou

des réales

Parmi ce grand groupe d'idées nous avons distingué

les entitales

les relatales

les contactales

les interentitales

les transentitales

les cointerentitales

les cotransentitales

les inintertransitales

les intransentitales

5.1 Les enentitales

Reste encore à introduire deux idées fondamentales que la pensée utilise pour décrire la réalité sous forme de système

5.1.1 Les incotransentitales

Le produit

*cotransentitale * intransentitale = coinintertransentitale*

constitue pour la pensée une idée de

énergie cinétique

5.1.2 Les incointerentitales

Le produit

*cointertransitale * inintertransentitale = cointransentitale*

constitue pour la pensée une idée de

énergie potentielle

5.1.3 Les cocoentitales

Le produit

*cointertransitale * cotransentitale = cocoentitale*

constitue pour la pensée une idée de puissance dont une partie peut être

dissipée dans l'environnement

5.2 Les contactales

Les types de contactales

En première approche nous avons distingué deux grands types de contactales

Les contactales acausales

Pour la pensée les contactales acausales ont la structure suivante

*connector Contactale
interentitale
flow transentitale
end*

dont un exemplaire serait

Contactale contactale

En électricité cela donne

*connector Borne
voltage
flow courant
end*

dont un exemplaire serait

Borne borne

En mécanique translationnelle cela donne

*connector Contact
posture
flow motif
end*

dont un exemplaire serait

Contact contact

Par rapport à des idées générales les contactales acausales ont certaines propriétés qui nous permettent de les distinguer en particulier celle de

publique

En effet seules

des idées publiques

peuvent être attribuées par la pensée à une contactale

Ainsi les contactales ne peuvent être préfixées par

inner

ou

outer

qui les rendraient internes à une entité particulière

Les contactales causales

Par définition

une idée causale

est une idée qui transite avec une certaine direction entre deux autres idées

Une

contactale causale

peut donc être soit

une entrée dans une entité

soit

une sortie depuis une entité

Si la nature de cette contactale causale est

une modulation

et que la pensée la considère comme une entrée d'idée a la structure suivante

connector ContactaleCausaleModulée = input Real;

dont un exemplaire est

ContactaleCausaleReal causactaleCausaleModulée

Si la nature de cette contactale causale est

une graduation

et que la pensée la considère comme une entrée d'idée a la structure suivante

connector *ContactaleCausaleGraduée* = **input** *Integer*;

dont un exemplaire est

ContactaleCausaleGraduée causactaleCausaleGraduée

Les unités des contactales

Les scientifiques utilisent souvent

des unités normalisées

comme

courant

voltage

position

orientation

distance

force

torce

qui peuvent être quantifiées par modulation ou graduation

Il en existe environs mille de ces unités définies par les normes internationales ISO

On trouve ainsi pour l'électricité

type *Voltage* = *Real*(**final** *quantity*="ElectricPotential", **final** *unit*="V");

type *Current* = *Real*(**final** *quantity*="ElectricCurrent", **final** *unit*="A");

et pour la mécanique

*type Position = Real(**final** quantity="Length", **final** unit="m");*

*type Force = Real(**final** quantity="Force", **final** unit="N");*

type Distance = Length(min=0);

5.3 Les relatales

On a distingué en première approche deux grands types de relatales

D'une part

des relatales explicites

que la pensée peut représenter sur un graphique par

des lignes simples et non des flèches

Ces lignes simples correspondent aux

équations de relatales

que la pensée écrit quand elle en fait une représentation en machine

D'autre part

des relatales implicites

Ces relatales implicites n'ont pas de représentation graphique explicite sous forme de ligne

Elles existent implicitement dans la pensée

Elles sont utiles quand

trop de relatales explicites

seraient nécessaires à la pensée pour représenter certaines réalités

En mécanique par exemple de telles relatales implicites permettent à la pensée de représenter l'interaction entre

une idée de champ de force

et

des idées d'entitales matérielles

Ces relatales implicites permettent ainsi à la pensée de partager certaines propriétés d'une entité avec

toutes les autres entités

présentes dans le système

Une relatale explicite entre deux entitales ne peut être établie que

entre contactales de même type

pour les relatales acausales et éventuellement dotées de

causalité compatible

pour les relatales causales

Autrement dit

les noms des coentitales doivent être identiques

et

les types des coentitales doivent être identiques

mais

l'ordre des déclarations des réales dans la contactale n'a pas besoin d'être identique

Il existe donc des contraintes sur

les contactales causales

contenant les préfixes

input

ou

output

ainsi que sur

les contactales multiples

et les

contactales stream

La pensée s'impose la contrainte que des relatales ne peuvent être établies qu'entre contactales

Ainsi des relatales entre d'autres idées que des contactales comme celles que la pensée spécifie par les préfixes

record

block

model

operator record

operator function

function

et

package

ne peuvent être établies par des contactales explicites

5.3.1 Le préfixe *flow* et la nature des transentitales

Comme nous l'avons signalé il existe deux grands types d'idées réales dans les contactales

les interentitales

qui représentant une sorte de

potentiel

ou de

niveau énergétique

comme

le potentiel électrique

ou

la positive mécanique

et

les transentitales

représentant une sorte de

flot

comme

le courant électrique

ou

la force mécanique

ou encore

le flot d'un fluide

La pensée construit automatiquement

un couplage d'égalité pour les interentitales

garantissant que les interentitales sont égales en un point

et

un couplage de nullité pour les transentitales

garantissant que la somme des transentitales est nulle en un point

Pour un système électrique par exemple il existe

une loi de la nature

qui stipule

la conservation de la charge électrique

et assure que la somme de toutes les charges en un point du système est nulle sinon il y aurait accumulation de charge en ce point

En électricité la transentitale est donc

le courant électrique

et le couplage de nullité des transentitales revient à dire que la somme des courants électriques en un point du système électrique est nulle

Pour un système mécanique il existe

une loi de la nature

qui stipule

l'égalité de l'action de de la réaction

ce qui assure que la somme de toutes les forces agissant en un point d'un système mécanique en équilibre est nulle

La transentitale mécanique est donc

la force

et le couplage à zéro des transentitales revient à dire que la somme des forces en un point d'un système mécanique immobile est nulle

Pour un système fluide il existe

une loi de la nature

qui stipule

la conservation de la masse fluide circulante

assurant que la somme de toutes les masses fluides passant en un point d'un système fluide est nulle

La transentitale fluidique est donc

le flot de masse fluide

et le couplage à zéro des transentitales revient à dire que la somme des flot de masse fluide en un point d'un système fluide est nulle

Pour pouvoir calculer la somme des transitailes en un point du système la pensée suit une règle d'assignation constante de

la direction suivie par les transentitales

c'est-à-dire qu'elles suivent une règle pour assigner une binarité des transentitales et savoir si elles sont

entrant

ou

sortant

d'une entitale par une contactale

Ainsi la valeur d'une transentitale est considérée à priori par la pensée comme

positive

quand le flot de transentitale est dirigé

vers

l'entitale à laquelle la contactale appartient

La pensée peut représenter linguistiquement l'idée de

binarité positive de la transentitale

par l'expression

transentitale vers l'entitale

D'autres expressions sont à disposition de la pensée pour exprimer linguistiquement cette binarité comme

transentitale appliquée à l'entitale

qui est de binarité contraire de

*transentitale provenant **de** l'entitale*

5.3.2 Les équations de relatales et leurs restrictions

On a vu que la pensée représente en machine les relatales qui vont de contactale à contactale par des équations

Pour les distinguer des autres équations la pensée les spécifie par le mot

connect

La raison en est que les équations relatives sont considérées comme

des équations à part

par la pensée

La forme générale des relatives est la suivante

connect(contactale1, contactale2)

Les deux intervenantes dans l'équation décrivant une relative doivent être

des contactales

dont les types sont limités à deux

Les types de contactales

Les contactales directes

Une

contactale directe

Les contactales emboîtées

Une

contactale emboîtée

contactale1 . contactale2 . contactale3 ... contactaleN

où

contactale

est une contactale de la classe contenant l'équation relative

$N \geq 1$

et

$ci+1$

est une contactale pour

$i=1:(N-1)$

Par exemple

si la contactale

contactale1

contient la contactale

contactale2

qui contient elle-même

la contactale3

la pensée utilise alors

des référence emboîtées

pour retrouver une contactale comme l'expression suivante

contactale1.contactale2.contactale3

pour accéder à la troisième contactale

Le cas le plus simple et le plus commun est celui de

une contactale directe donc non emboîtée comme

contactale

Les contactale locales

La pensée peut aussi concevoir des contactales intérieures à une entité qu'elle qualifie de

contactales locales

La pensée peut toujours accéder à ces contactales locales en utilisant une référence comme la suivante

entitale.contactaleLocale

Une telle contactale locale située est à l'intérieur d'une entitale et non à sa frontière ne peut se trouver dans l'entitale qu'à un seul niveau plus bas que la frontière pour éviter toute confusion

5.3.3 Les relatales électriques

Si on a deux contactales électriques

contactale1

et

contactale2

qui sont

connectées

connect(contactale1, contactale2)

les interentitales connectés sont égales selon une équation d'égalité

la somme des transentitales est nulle selon une équation de nullité

ce qui donne

deux équations de relatale

à savoir

contactale1.interentitale = contactale2.interentitale

contactale1.transentitale + contactale2.transentitale = 0

La première équation représente le fait que les deux interentitales aux extrémités de la relatales sont égales menant à

un couplage d'égalité des deux interentitales

La seconde représente le fait que les transentitales somment à zéro en un point d'un système provoquant

un couplage de nullité des deux transentitales

Par convention la pensée suppose que le flot de transentitale autrement dit

la cotransitale

est

positive vers l'entitale

ce qui donne une couplage de nullité puisque le préfixe

flow

qualifie la réale qui le suit comme transentitale

Au lieu de saisir des contactales directement par leur nom comme

contactale1

et

contactale2

la pensée peut toujours les saisir en faisant référence à une entitale comme

entitale1.contactale1

et

entitale1.contactale2

pour désigner de l'extérieur des contactales toutes deux de type

Contactale

5.3.4 Les relatales mécaniques

La connection d'entitales mécaniques est assez similaire à celle des entitales électriques

Les deux petits symboles foncé et clair à la frontière des entitales représentant les contactales
c'est-à-dire le contact entre deux entitales mécaniques

La seule différence de couleur foncée et claire entre les deux symboles est la marque de

la binarité des contactales

en relation avec la binarité de
la posturale universelle de la pensée

Il existe en effet en mécanique

une posturale universelle

par rapport à laquelle

les déplacements

et

les détournements

ainsi que

les forces

et

les torces

sont définies par la pensée au cours de son acte de représentation

Autrement dit dans quand deux entités mécaniques sont connectées

leurs posturales de connectales sont égales

et

la somme des motivaes de connectale est nulle

autrement dit

leurs cointerentiales de connectale sont égales

et

la somme de leurs cotransentiales de connectale est nulle

Pour une réalité mécanique tridimensionnelle cet ensemble de réales autrement dit cette
réalité est définie relativement à

une posturale tridimensionnelle universelle fixée la pensée

La pensée conçoit les posturales et les motivales comme

des quantité vectorielle

auxquelles elle assigne

une binarité positive

pour les motivales qui

entrent dans

une entitale et

une binarité négative

quand ces motivales

sortent de

une entitale

Les deux motivales sur les deux contactales doivent donc avoir

des binarités opposées

pour que leur somme soit nulle

Si la pensée conçoit les deux contactales mécaniques suivantes

Contactale contactaleFoncée;

Contactale contactaleClaire;

et que la pensée connecte ces deux contactales de manière telles qu'elles forment un couple

connect(contactaleFoncée, contactaleClaire)

elle produit automatiquement deux équations

contactaleFoncée.posturale = contactaleClaire.posturale

et

contactaleFoncée.motivale + contactaleClaire.motivale = 0

Il n'y a aucune différence avec l'électricité si ce n'est qu'elles traitent de posturales et de motivaes au lieu de voltages et de courants

5.3.5 Les relatales basiques et composites

Les relatales basiques

Nous avons vu que la pensée utilise deux types fondamentaux de relatales

les relatales acausales

pour lesquelles la pensée

ne précise pas la direction des flot de transentitales

passant dans la relatale et

les relatales causales

pour lesquelles la pensée

fixe la direction du flot de transentitale

en utilisant les deux préfixes

entrée

et

sortie

Les relatales composites

La pensée utilise également

des relatales composites

qui sont elles-mêmes composées de

relatales basiques

ou d'autres

relatales composites

Si la pensée conçoit un type général de contactale causale comme

contactale Sortie = output modulation

elle peut en créer un exemplaire particulier en se donnant l'instruction

Sortie sortie

Elle peut ensuite intégrer cette contactale à

un générateur de signal

et ensuite

le connecter à une entitale

ce qui crée

une relatale causale

puisque la transentitale

va du

générateur

à

l'entitale

Le troisième type de relatales utilisé par la pensée sont

les relatales composites

joignant

des contactales composites

composées elles-même de

sous-contactales

De telles relatales composites peuvent consister en

plusieurs relatales basiques acausales et causales

5.4 Entitales, transentitales, interentitales et contactales

Nous avons vu qu'en mécanique les entitales ont

une posturale

faisant partie des

contactales

auxquelles

les contactales d'autres entitales

peuvent se connecter

Si on considère le cas où la pensée représente une réalité sous forme de graphique sur

une feuille de papier

et qu'elle distingue les deux contactales d'une entitale par la teinte d'une couleur comme

une contactale foncée

et

une contactale claire

on sait qu'elle peut fixer par convention

une binarité positive

En mécanique la pensée peut concevoir comme positives les transentitales qui sont propagées

de

contactale Claire

à

contactale Foncée

le long de

Mais elle peut aussi concevoir comme positives

puis entrent dans l'entitale

par

sa contactale foncée

puis passent

à travers

l'entitale puis

quittent

l'entitale

depuis

sa contactale claire

Tout comme les contactales électriques les contactales mécaniques ne peuvent pas

accumuler de la transentitale

ce qui donne bien

transentitale.contactaleFoncée + transentitale.contactaleClaire = 0

Mais la pensée sait que ceci n'est pas vrai pour les entitales mécaniques ayant

une masse

auquel cas la pensée sait que

*contactaleFoncée.transentitale + contactaleClaire.transentitale = masse * accélération*

autrement dit que

*contactaleFoncée.transentitale + contactaleClaire.transentitale = masse * **der** vitesse*

ou le préfixe

der

est utilisé par la pensée pour représenter une dérivation dans le temps

Dans une telle situation le flot de transentitale

entrant par la foncée

est en général différent du flot de transentitale

sortant de la claire

à moins que

l'entitale ne soit à l'arrêt

ou que

l'entitale n'ait pas de masse

Une partie de la transentitale peut s'accumuler dans une entitale mécanique ayant une masse tout comme une transentitale électrique peut s'accumuler dans une entitale électrique ayant une capacitance

Si la pensée considère une entitale mécanique comme un ressort sans masse

comprimé

elle conçoit que ce ressort exerce une transentitale de valeur

+/motivale/

depuis

sa contactale claire

sur

la contactale foncée

d'une autre entitale

Nous avons vu que les étiquettes

foncée

et

claire

sont fixées arbitrairement par la pensée

Si la pensée

tourne une entitale électrique dans l'autre sens

la teinte des contactales est indifférente car une telle entitale se comporte de la même manière dans les deux sens

les deux contactales ont les mêmes valeurs de transentitale

La situation est légèrement différente pour les entitales mécaniques

Si la pensée considère un système mécanique à une seule dimension toutes

les posturales

et

les motivales

sont définies par la pensée par rapport à

une posturale universale monodimensionnelle

Si la pensée

retourne

le ressort

la pointe de la morce qui est

une quantité vectorielle

se retrouve de l'autre côté de l'entitale ce qui correspond à

un changement de binarité

Cependant la pensée s'étant fixé comme règle que les flots de transentitales sont considérés comme positifs quand ils sont orientés

de foncé à claire

c'est-à-dire pour un flot

entrant

dans une entitale s'appliquent aussi aux entitales mécaniques et pour cela la pensée utilise

la valeur absolue du vecteur force

/force/

Pour la pensée la binarité des flots de transentitales est toujours positive pour les flots

entrant

dans une entitale connectée à une autre entitale

Comme la binarité est positive

vers la contactale claire

et négative dans le sens opposé c'est-à-dire

vers la contactale foncée

les valeurs du flot de transentitale est négative

-/force/

dans ce cas

5.4.1 Les binarités des contactales électriques

Pour les entités électriques la pensée peut concevoir la contactale positive suivante

connector *ContactalePositive = Contactale;*

Le flot de transentitale c'est-à-dire le courant

contacatalePositive.transentitale

est alors conçu par la pensée comme positif lorsqu'il

coule vers

la contactale positive

La pensée doit aussi concevoir la binarité de la contactale négative

connector *ContactaleNégative = Contactale;*

pour laquelle le courant

contactaleNégative.transentitale

coule vers

la contactale négative

La pensée peut donc concevoir l'entitale électrique partielle

DeuxContactales

ci-dessous

partial model *DeuxContactales*

Interentitale interentitale;

Transentitale transentitale;

ContactalePositive positive;

ContactaleNégative négative;

equation

interentitale = positive.interentitale - négative.interentiale = interentitale

positive.transentitale + négative.transentitale = 0

transentitale = positive.transentitale;

end *DeuxContactale;*

La posturale universale de la pensée par rapport aux entitales électrique fondées sur l'idée de

DeuxContactales

est que la binarité d'un flot de transentitale dans une entitale va de

positive

à

négative

Quatre équations sont présentes dans une entité concrète dérivée de l'entité partielle abstraite

DeuxContactales

Les trois premières sont héritées de l'entité partielle

DeuxContactales

et la quatrième est

une équation de comportement de la résistance

à savoir

*interentitale = résistance * transentitale*

on a

```
model Résistance
extends DeuxContactales;
parameter Real (unit="Ohm");
equation interentitale=résistance*transentitale;
end Résistance;
```

5.4.2 Les entitales mécaniques et leur système de référence

Toute entitale mécanique a

une posturale propre

En ce qui concerne

le contactale mécaniques d'une entitale translationnelle monodimensionnelle

la conception par la pensée de

la transactale

n'est pas très pratique puisque

son interentitale

c'est-à-dire

la posentale

serait toujours nulle

Pour une simple entitale translationnelle monodimensionnelle la pensée

fixe

donc toujours

une posturale universelle

par rapport à laquelle les posturales et les motivaes de l'entitale peuvent être définies

Les deux contactales d'une entitale mécanique monodimensionnelle sont

contactale-foncée

et

contactale-claire

Chaque contactale est interprétée comme ayant

une posturale propre

caractérisée par

une flèche unitaire dans la posturale universelle

Les posturales et les motivaes peuvent être interprétés comme positives

de

la contactale foncée

à

la contactale claire

selon la flèche unitaire de la posturale universelle

Les posturales et les motivaes sont donc conçue selon une posturale universelle monodimensionnelle et représentées en machine de la manière suivante

contactale *Contactale-foncée* = *Contactale*;

contactale *Contactale-claire* = *Contactale*;

La pensée peut ensuite utiliser une entité partielle à deux contactales

PartialeElastique

qu'elle a préalablement définie et l'étendre pour représenter

des entitales mécaniques élastiques

comme

les ressorts

et

des entités mécaniques dissipatives d'énergie de l'entité vers son environnement

comme

les amortisseurs

Cependant les entités élastiques ne sont pas les seules entités mécaniques à deux contactales car il existe aussi

des entités mécaniques rigides

ayant comme entité partielle de base

PartialeRigide

La posturale utilisée dans des entités monodimensionnelles étendant

PartialeElastique

sont caractérisées par la flèche unitaire de

contactale-foncée

autrement dit

la contactale agissante

qui est dirigée

vers

la contactale-claire

autrement dit

la contactale réagissante

La flèche universelle unitaire indique la binarité positive car

la posturale propre de l'entité

partage la même flèche unitaire que la posturale universale

La pensée représente en outre
la déformation entre les contactales
 par
déformationEntrecontactales

Cela semble en contradiction avec le fait que la direction positive du flot de transentitale est fixé par la pensée comme

vers

l'entitale

Néanmoins le choix des transentitales est en quelque sorte arbitraire

Si la pensée choisissait

-transentitale

comme transentitale les flèches changeraient de binarité et la règle de flot de transentitale

vers

l'entitale serait satisfaite

En concevant ses raisonnements mécaniques translationnels monodimensionnels la pensée a défini comme positive la transentitale des entitales dérivées de

PartialeElastique

celle de la transentitale

depuis

la contactale claire à savoir

transentitale = contactaleClaire.transentitale

Ce choix est différent de son choix en électricité où la binarité de la transentitale dans l'entitale est celle du flot entrant

vers

la contactale foncée

c'est-à-dire

transentitale = positiveFoncée.transentitale

Cependant tant que ce choix est utilisé avec consistance pour représenter des systèmes mécaniques la règle originale vers les entitales peut toujours être satisfaite

En inversant la binarité, c'est-à-dire en multipliant les tranentitales par -1 au moment de former les équations de relatales la pensée obtient l'entitale partielle suivante

partial model PartialeElastique
ContactaleFoncée contactaleFoncée
ContactaleClaire contactaleClaire
déformationEntreContactales (start=0);
Transentitale transentitale;
equation
posturaleRelative = contactaleClaire.posturale - contactaleFoncée.posturale
contactaleClaire.transentitale = transentitale;
contactaleFoncée.transitale = -transentitale;
end PartialeElastique

Les ressorts sont un type d'entitale élastique ayant deux contactales pouvant être dans trois états

comprimés

ou

sans déformation

ou

tendus

Dans la configuration comprimée

une transentitale motivante

appliquée à la contactale foncée se propage à travers l'entitale et sort de l'entitale à la contactale claire

Pour une entitale

comprimée

la transentitale externe appliquée à la contactale foncée

$$\text{contactaleFoncée.transentitale} = +/\text{transentitale}/$$

a une binarité positive puisque elle est dirigée de foncée à claire dans la même direction que la flèche de l'orientale universale

Alors que la transentitale appliquée sur la contactale claire

$$\text{contactaleClaire.transentitale} = -/\text{transentitale}/$$

a une binarité négative puisqu'elle pointe dans la direction opposée de la flèche de la posturale universale

Quand l'entitale est

tendue

sa déformation

déformationEntreContactales

devient plus grande que

déformationEntreContactales(0)

qui est la distance entre contactales à l'état non déformé

Dans cet état tendu la direction de la transentitale est inversée par rapport à celle de l'état comprimé

La transentitale

$$\text{transentitale} = \text{élasticité} * \text{posturaleRelative} - \text{PosturaleRelative}(0)$$

est positive et comme

$$\text{ContactaleFoncée.transentitale} = \text{transentitale}$$

la contactale claire est tirée vers la contactale foncée depuis la contactale claire

La transentitale appliquée à la contactale foncée

$$\text{ContactaleFoncée.transactale} = -\text{transactale}$$

est négative puisqu'elle tire la contactale foncée dans le sens opposé à la posturale universale ce qui donne

```

model Ressort
  extends PartialeElastique,
  parameter élasticité(final min=0, start=1);
  parameter déformationEntreContactales(0)
  equation
  transentitale = élasticité*(déformationEntreContactales - déformationEntreContactales(0))
  end Ressort

```

5.4.3 Relatales multiples vers une contactale unique

Les relatales ne se limitent pas forcément à relier deux contactales c'est-à-dire une foncée et une claire

La pensée ne se donne pas de limitations au nombre de relatales pouvant être liées à une unique contactale

5.4.5 Posturales et transentitales dans un oscillateur

Deux règles fondamentales

le flot de transactale est positif vers une entitale

les flots de transactale mécanique sont définis par rapport une posturale universale qui fixe la binarité du système

Pour la pensée les transentitales mécaniques ayant

différentes orientations dans un dessin

ne représente pas des transentitales agissant dans différentes directions géométriques du système résultant

Si dans un système électrique on comprend facilement que la transentitale représente

un flot de charges

on peut se demander en quoi consiste

le flot

dans un système mécanique

En fait la pensée conçoit le flot mécanique comme

un flot d'impulsion

qui peut s'accumuler dans la masse c'est-à-dire comme

$$\text{impulsion}(t) = \text{masse}(t) * \text{vitesse}(t)$$

$$d/dt \text{impulsion}(t) = d/dt (\text{masse}(t) * \text{vitesse}(t))$$

$$d/dt \text{impulsion}(t) = d/dt \text{masse}(t) * \text{vitesse}(t) + \text{masse}(t) * d/dt \text{vitesse}(t)$$

Le flot d'impulsion, contient deux termes à droite de l'équation

Dans les systèmes fluides où le contenu massique d'une entité peut changer les deux termes sont importants

Dans les systèmes solides où le contenu massique d'une entité ne change pas le premier terme est nul et seul le second peut changer au cours du temps

$$d/dt \text{impulsion}(t) = \text{masse}(t) * d/dt \text{vitesse}(t)$$

$$d/dt \text{impulsion}(t) = \text{masse}(t) * \text{accélération}(t)$$

$$d/dt \text{impulsion}(t) = \text{force}(t)$$

En terme d'idées on a

$$d/dt \text{cotransentiale}(t) = \text{masse}(t) * d/dt \text{vitesse}(t)$$

$$d/dt \text{cotransentiale}(t) = \text{masse}(t) * \text{accélération}(t)$$

$$d/dt \text{cotransentiale}(t) = \text{transentiale}(t)$$

La motrice est un flot de transentiale et la pensée la conçoit comme positive

vers

l'entité

Un flot positif de transentiale implique un changement de vitesse

Peu importe si le flot entre par la contactale foncée ou par la contactale claire

Une somme positive de transentiale donne donc une accélération positive de la masse

Si la pensée considère

une masse accroché à un ressort et un amortisseur en parallèle

ces deux derniers étant eux-mêmes accrochés au plafond

et qu'elle considère les deux états

équilibré

au temps initial où la masse est lâchée et

tendu

au temps final quand les oscillations s'arrêtent

elle considère que pour cette masse

une posturale qui est sa cointerentitale

et

une motivale qui représente un flot de cotransentitale

Le flot est donc toujours définit comme

coulant dans l'entitale

Cela signifie que la motivale positive agissant

SUR

l'entitale garde une binarité positive alors que la motivale de réaction correspondantes acquiert une binarité négative

5.5 Conception de contactales

Jusqu'à présent les contactales ont toujours consisté en

une paire

constituée de

une interentitale

et

une transentitale

On peut se demander si c'est une coïncidence ou une généralité qu'a utilisé la pensée pour concevoir

les contactales

En tout état de cause de bonnes contactales devraient rendre

faciles et naturelles

les connections d'entités dans le cas où il est possible de lier de telles entités entre elles ainsi que

facile et naturelle

l'utilisation d'entités déjà conçues auparavant

Pour se faciliter la vie de la pensée garde restreint le nombre de contactales possibles

L'expérience montre en outre qu'il est difficile pour la pensée de concevoir de telles contactales

Une règle d'or qu'elle utilise consiste à identifier les propriétés des interactions acausales entre les entités et à un niveau d'abstraction correspondant à l'objectif de compréhension

Il y a fondamentalement trois grands types de contactales reflétant cette règle

Dans le premier type il existe une interaction entre deux entités impliquant

un flot d'énergie

c'est-à-dire qu'une combinaison d'une transentité et d'une interentité devraient être utilisées pour la contactale

Dans le deuxième type les transentités ont la forme d'une causalité bien définie matérialisée par un échange de

signaux

entre entités caractérisables par la pensée par les préfixes

input

et

output

Pour les interactions complexes entre entités impliquant plusieurs interactions des premiers types précédents une contactale composite doit être envisagée

Quand toutes les contactales ont été conçues selon les trois principes ci-dessus la conception du reste de l'entité suit selon les contraintes imposées par ces contactales

5.5.1 Contactales énergétiques

Le concept de

flot d'énergie

donne la structure générale de contactale modulable suivante en machine

connector *Contactale*
Real interentitale;
flow *Real transentitale;*
end *Contactale;*

En électricité on à

connector *Borne*
Real potentiel;
flow *courant;*
end *Borne;*

En mécanique

connector *contactaleFoncée*
Real posentale;
flow *motivale;*
end *ContactFoncée;*

Si on considère qu'en mécanique il y a non seulement

des déplacements modulables

mais aussi

des détournements modulables

on aura aussi pour ces derniers

type Déorientale = Real(final quantity="déorientale", final unit="radian");

type Torce = Real(final quantity="torce", final unit="Newton.mètre");

*connector contactaleFoncée
Déorientale déorientale angle;
flow torce couple;
end contactaleFoncée;*

Un flot d'énergie est un changement d'énergie par unité de temps c'est-à-dire

$$puissance(t) = interentitale(t) * transentitale(t)$$

En électricité

$$puissance(t) = dépotentiel(t) * courant(t)$$

En mécanique l'énergie est considérée par la pensée comme la produit d'une distance par une force

$$énergie(t) = distance(t) * force(t)$$

Ceci correspond à un choix par la pensée des deux composantes des contactales

Un autre choix pour les systèmes mécaniques aurait pu être la vitesse comme interentitale

Cette vitesse peut facilement être obtenue en différenciant la distance

La nature d'une interentitale est toujours choisie par la pensée de telle manière qu'au point de connection d'énergie

toutes les interentitales des entitales connectées soient égales

L'idée d'énergie est toujours

transportée par

une idée porteuse

Dans le cas de l'électricité ce sont

des particules chargées

et dans le cas de la mécanique ce sont
les impulsions linéaire et rotationnelle

Quand l'énergie coule

en

un certain point

son accumulation y est nulle et

la somme de tous les flots d'énergie en ce point est nulle

C'est l'explication de la règle de nullité pour les transentitales aux points de contact

Elle est elle-même fondée sur

le principe de conservation de l'énergie

En électricité la somme des courants en un potentiel doit être nulle

En mécanique la somme des forces agissant en un point doit être nulle

Si on retourne à la question de savoir si

toutes les contactales matérielles

consistent dans le même nombre d'interentitales et de transentitales la réponse est oui.

Toutes les contactales doivent apparaître en couple

Pour remplir les conditions d'accouplage des contactales la pensée peut rendre certaines idées
 causales en y attachant les préfixes

input

ou

output

Transports multiénergétiques

Ce cas se présente quand la pensée a affaire à une idée porteuse d'énergie de différents domaines énergétiques

C'est le cas du

flot d'énergie monodimensionnel transporté par une masse fluide compressible

$$\text{pression} = d/dt \text{ énergie}$$

$$\text{pression} = d/dt \text{ masse (enthalpie} + 0.5 \text{ vitesse}^2)$$

où

$$d/dt \text{ masse}$$

est le flot de masse fluide porteuse d'énergie

Dans ce cas le meilleur choix pour une contactale flot est

l'enthalpie

comme propriété transportée par le flot

Dégénérescence des orientalités

En mécanique les matrices de rotation peuvent dégénérer

L'orientalité d'une contactale tridimensionnelle peut être décrite par

*une matrice de rotation 3*3*

qui peut donner des singularités, gimbal lock, dans certaines orientations si les opérations sont basées sur trois rotations séparées

Le problème peut être résolu en introduisant

*des matrices 4*4 de quaternions*

mais ceci ajoute au moins une transentitale dans la contactale

Dégénérescence des posentalités

Des singularités peuvent provenir de la structure des relatales

Dans certains cas la mise en relation d'entitales mène à des systèmes qui ne peuvent pas être transformés en forme normale soluble par des opérations algébriques par la pensée

Par exemple dans un univers tridimensionnel pratiquement l'ensemble de toutes les relations donnent lieu à des systèmes hautement complexes

La solution consiste à différencier les équations ce qui cause l'adjonction de nouvelles interentiales dans les contactales

5.5.2 Contactales signalétiques

Les contactales signalétiques sont très simples

Tout ce dont la pensée a besoin est une liste de signaux d'entrée et de sortie

Cas modulable

connector RealEntrée = input Real;

connector RealSortie = output Real;

Cas graduable

connector EntréeInteger = input Integer;

connector SortieInteger = output Integer;

Cas binaire

connector EntréeBinaire = input Boolean;

connector EntréeBinaire = output Boolean;

Les contactales peuvent éventuellement recevoir plusieurs signaux en entrée et donner un seul signal en sortie

La pensée préfixe une telle contactale par

partial

ce qui donne

```
partial block MultiSignalMonoSignal
parameter Integer nombreEntrées=N
input RealLesEntrées entrées[nombreEntrées]
output RealLesSortie sortie
end MultiSignalMonoSignal
```

5.5.3. Contactales composites

Une

contactale composite

consiste en une agrégation de plusieurs contactales

5.6 Relatales multidomaines

5.8 Relatales implicites

Jusqu'à présent nous n'avons parlé que de relatales explicites entre contactales où chaque relatale est représentée par

une simple ligne dans le graphique

et

une équation de relation en machine

Pour certains types de systèmes complexes contenant de nombreuses entitales en interaction cette approche peut devenir confuse étant donné le grand nombre de relatales simples potentielles c'est à dire

Le nombre de

relatales simples entre chaque paire d'entitales

devient énorme

Ceci est particulièrement vrai pour les systèmes que la pensée considère comme

des champs

qui mènent à un maximum de

*$N * N$ de relatales entre entitales influencées par le champ*

ou

*$1 * N$ relatales entre une entitale environnementale et N entitales*

si les relatales interentitales sont négligées

Pour le second cas au lieu d'utiliser un grand nombre de relatales explicites la pensée a un mécanisme pratique pour lier une entitale environnementale aux autres entitales constituant le système

Elle utilise les préfixes

inner

et

outer

Cette construction avec ces deux préfixes force la recherche de

une relatale implicite

parmi la hiérarchie des entitales plutôt qu'une recherche normale parmi la hiérarchie des entitales

Une autre différence avec les relatales explicite provient du fait que le mécanisme

inner

outer

peut être appliqué à n'importe quel exemplaire d'entité pas seulement aux contactales

5.8.1 Access à des données environnementales partagées

Un type classique d'interaction implicite est celui où

une propriété partagée d'une seule entitale environnementale

est utilisée par un certain nombre d'entitale présentes dans le système

Par exemple on peut avoir plusieurs acteurs d'un marché accédant chacun à un taux d'intérêt extérieur partagé

Pour ce faire la pensée déclare une propriété partagée par une

une déclaration de définition

marquée par le mot

inner

Cette déclaration est ensuite implicitement saisie par

une déclaration de référence

marquée par le préfixe

outer

dans les acteurs

model *EnvironnementFinancier*

inner *Real* *tauxCentral*;

Acteur *acteur1*, *acteur2*;

parameter *Real* *tauxFixé = 1*;

equation

*tauxCentral = sin(volatilité*temps)*;

end *EnvironnementFinancier*;

model *ActeurFinancier*

outer *Real* *tauxCentral*;

Real *tauxUtile*;

equation *tauxUtile = tauxCentral*;

end *ActeurFinancier*;

model *EnvironnementsPossibles*

EnvironnementFinancier *environnementFinancier1 (tauxFixé = 1)*;

EnvironnementFinancier *environnementEnvironnement2 (tauxFixé = 4)*;

end *EnvironnementsPossibles*

L'inspection de la hiérarchie des idées par la pensée est depuis

une outer déclaration de référence

vers

une inner déclaration de même nom

La recherche est vers le haut de la hiérarchie des présents en partant de l'exemplaire actuel

Ici la recherche commence par les acteurs

acteurFinancier1

ou

acteurFinancier2

et monte vers les environnement présents

environnementFinancier1

et

environnementFinancier2

où

la

inner

déclaration de

tauxCentral

est trouvée

Il est à noter qu'il n'existe qu'un seul

tauxCentral

dans chaque environnement marqué par le préfixe

inner

Toutes les déclarations de référence

outer

à un

tauxCentral

dans les acteurs d'un environnement ne sont que des références à ce seul exemplaire

5.8.2 Structures de relatales explicites ou implicites

Comme mentionné le mécanisme

inner

outer

peut être appliqué à n'importe quel type d'entité pas seulement aux contactales

Cependant ce mécanisme est particulièrement utile à la pensée quand elle l'applique à des contactales pour établir des relations implicites entre un seul environnement et ses entitales c'est-à-dire

*une 1*N interaction*

Une telle structure a en outre la qualité que des entitales peuvent être ajoutées à la structure sans qu'il soit nécessaire d'ajouter de relatales explicites

Une nouvelle entitale devient automatiquement connectée à l'environnement

5.8.3 Structure hiérarchique de relatales

Dans les sections précédentes nous avons vu comment les déclarations

inner

dans l'environnement sont implicitement connectée et propagées aux déclarations

outer

dans les entitales peuplant l'environnement

Rest à pouvoir propager ces déclarations dans des entitales emboîtées

Il faudrait introduire un nouveau nom pour chaque déclaration du mécanisme pour la même entitale dans chaque sous-système et les coupler par des équations additionnelles

Pour se simplifier le travail la pensée utilise un mécanisme de

déclarations inner-outer simultanées

ce qui élimine le besoin de déclarations supplémentaires

Une telle déclaration utilise le double préfixe

inner outer type variable:

Cette déclaration introduit deux déclarations du même nom, à la fois une inner et une outer

```

model Environnement
  inner Real TauxFixé;
  SousEnvironnement sousEnvironnement;
  parameter Real k=1;
  equation
  TauxFixé = sin(k*time);

```

```

    end Environnement;

    model SousEnvironnement
      inner outer TauxFixé;
    Entitale entitale1, entitale2;
      equation
    end SousEnvironnement;

    model Entitale
      outer Real TauxFixé;
      equation
      Real Taux;
    end Entitale;

    model Marché
      Environnement environnement1(k=1);
      Environnement environnement2(k=2);
    end Marché

```

Le marché contient deux environnements contenant chacun une définition interne d'un TauxFixé et d'un sous-environnement

5.8.4 Interaction avec un champ

Un cas intéressant d'interaction implicite est celui d'un champ agissant sur de nombreuses entités contenant chacune une définition interne d'un TauxFixé

Pour représenter une telle réalité la pensée commence par définir

un champ générique partiel

```

partial function interfaceEnvironnement
  input Real positive[3];
  output Real champ[3];
end interfaceEnvironnement;

function champUniforme
extends interfaceEnvironnement;
  algorithm
  champ:=(0,-9.81,0);
end champUniforme;

function champCentral
extends interfaceEnvironnement;
  parameter Real k=1;
  protected
  Real n[3];
  algorithm

```

```

n:=r/sqrt(r*r);
champ:=k/(r*r)*n;
end champCentral

```

```

model Entitale
parameter Real m=1;
outer function champ=interfacEnvironnement;
Real r[3] (start = (1,1,0));
Real v[3] (start = (0,1,0));
equation
der(r) = v;
m*der(v) = m*champ(r);
end Entitale;

```

5.8.5 Génèse de relatales impliquant des contactales inner-outer

Certaines contactales ont pu être déclarées avec les préfixes

inner

et

outer

La mécanique translationnelle

Les partiales

Fixed

Contactale fixée à une birectale fixe

Inertia

Rotinertie

Disk

Disque sans rotinertie

Spring

Ressort biaxiale

BearingFriction

Friction de Coulomb dans les roulements

La mécanique biaxiale**Les copartiales*****Prismatic******Revolute***

Joint où la contactales foncée tourne autour d'une directale qui est fixée dans la foncée

Les deux orientalités coïncident avec l'angle

$$\text{birectale} = 0$$

Deux contactales rotationnelles la foncée représentant la motrice et la claire le support peuvent être activées optionnellement

Dans le bloc d'initialisation la pensée peut fixer

la birectale

sa vitesse

et

son accélération

Dans le bloc avancé la pensée peut qualifier

StateSelect

et stipuler que la distales relative entre les contactales et sa dérivée doivent être définitivement considérées comme des statales en sélectionnant

stateSelect.always

Dans le bloc animation la pensée peut fixer des paramètres pour cette adentitale où

zPosition

représente la position du modèle la long de l'axe z de l'animation triaxiale

Certaines valeurs peuvent être fixés par un model

PlanarWord

externe

IdealRolling

DryFrictionBasedRolling

RigidNoLossInternal

RigidNoLossExternal

DifferentialGear

IdealWheelJoint

DryFrictionWheelJoint

SlipBasedWheelJoint

Les environnementales

RelativeForce

WordForce

QuadraticSpeedDependentForce

Les internes

AbsolutePosition

RelativePosition

AbsoluteVelocity

RelativeVelocity

AbsoluteAcceleration

RelativeAcceleration

TransformAbsoluteVector

TransformRelativeVector

CutForce

CutTorque

CutForceAndTorque

Power

Distance

15.10 La mécanique triaxiale

On peut essayer de comprendre le raisonnement mécanique en termes d'idées générales

L'univers mécanique est constitué de

trois originales indépendantes issues d'une origine

Ce sont ces trois originales qui constituent précisément

l'originalité de la mécanique

et c'est sur cette base que la pensée développe tous les raisonnements mécaniques

La pensée attribue à chacune de ces originales

une binarité

ce qui lui permet de distinguer deux régions dans l'originale, une négative et une positive

La pensée peut en outre distinguer sur chaque originale

une unitale

En multipliant cette unitale par un nombre la pensée obtient

une axiale

En combinant les axiales la pensée peut concevoir

des monorectales

et en éjectant des monorectales obtenir

des birectales

et

des trirectales

Entre deux monorectales la pensée conçoit

une directale

Dans cet univers la pensée peut concevoir des entités mécaniques sous forme d'idées

corporales

Ces corporales ont par définition une frontière

Elles peuvent donc recevoir et émettre

des flots de transentitales

qu'elles peuvent mémoriser en interne sous forme de

intransentitales

Les transentitales ont

une posturalité

qui se décompose en deux parties

une positalité

et

une orientalité

c'est-à-dire une position et une direction dans l'originalité de qui permet à la pensée de distinguer deux grands types de transitaux

les transaxiales

qui agissent selon des axes passant par l'origine des orientales

et

les transradiales

qui sont décalées par rapports à l'origine

Cette distinction est possible dans une originalité triple car l'idée duale d'une droite est un plan dans une telle originalité

Enfin, le principe fondamental de la mécanique est celui de la réciprocité de l'action et de la réaction

Les partiales

L'orientalité de chaque solide doit être reliée à l'originalité par

le mécanisme de connection

inner - outer

Ainsi un champ de transentitale comme

la gravité

est automatiquement propagé à toutes les solides

La pensée distingue quatorze grandes sortes de solides

Body

Une solide qu'elle représente avec une seule contactale forcée

Cette solide a trois propriétés

une rectinertie

une inertie aux déplacements

une rotinertie

une inertie aux détournements

et

un centre d'inertie

avec comme géométries possibles un cylindre et une sphère au centre d'inertie

Cette solide Body est la solide de base contenant

les équations de comportement

exprimées dans la posturale locale ainsi que les transformations de posturale pour les équations de posturale utilisée dans cette solide

BodyShape

Basée sur la solide Body mais contenant deux contactales, une contactale foncée et une contactale claire, ainsi que

une monorectale interne (r)

reliant les deux contactales

Cette solide peut avoir différentes formes en option

box, sphere, cylinder, cone, pipe, beam, gearwheel, spring

ou encore une forme définie ailleurs en mémoire

BodyBox

Une solide en forme de boîte

La matrice de rotinertie est automatiquement définie par

la densité

et

la forme de la boîte

qui peut éventuellement avoir un vide à l'intérieur

BodyCylinder

Comme BodyBox mais en forme de cylindre

Frame

Cette solide est une posturale fixée dans l'originale à un positale donnée

La géométrie par défaut est un cylindre

FixedTranslation

Translation relative fixée par un paramètre

monorectale (r)

allant de la contactale foncée à la contactale claire

Une telle solide peut être vue comme une barre sans inertie entre les deux positaes des deux contactales

C'est un cylindre par défaut

FixedRotation

La translation et rotation de la contactale claire fixée par rapport à la contactale foncée

Cylindre par défaut

PointMass

Solide où la rotinertie est négligée et seule la rectinertie est prise en compte ce qui lui donne six libérales potentielles

Mounting1D

Solide qui propage une monorectale monodimensionnelle dans un univers tridimensionnel

Rotor1D

Rotinertie monodimensionnelle attachable à des solides tridimensionnelles

Les effets tridimensionnels sont pris en compte si mechanics 3D est à true

BevelGear1D couple conique

Boite à vitesse 1D avec directions des arbres arbitraires et roulements à bille

Avec prise en compte des effets 3D si mechanics3D est à true

RollingWheel

Roue idéale sur une surface plane $z=0$

Cinq posiales et trois vitesses comme libérales

RollingWheelSet

Paire de roues idéale connectées par un axe

Les copartiales

Ces copartiales permettent de relier des entales en imposant certaines contraintes sur le comportement des entales reliées

Une entale générale a une libéralité constituée de six libérales à savoir

trois rectales

une rectalité

et

trois birectales

une birectalité

Une multisolale constituée de N solidales a donc

$6 * N$

libérales

On peut énumérer les onze persolidales existant en mécanique en partant de celle qui impose

une seule libérale

à la solide qui lui est liée en couple

A cause de ces couplages les statales des solidales ne sont plus indépendantes

La pensée peut exprimer cette libéralité en fonction du nombre de libérales permises à une
solidaire

Si on considère une multisolidaire constituée de deux solidaire liées en système on a une
libéralité de

$$6*2=12$$

libérales quand chaque solidaire peut bouger de manière indépendante de l'autre

Prismatic

Une coentitale prismatique offre

un glissement linéaire

entre les deux entitales qu'elle relie ce qui impose

une monorectale

entre les deux contactales

Les deux posturales coïncident quand la monorectale est nulle

La contactale claire est translatée par rapport à la contactale foncée selon

la monorectale

qui est posée à la contactale foncée

Cette coentitale possède donc deux contactales ainsi qu'un paramètre

monorectale[3] (n)

fixé à la contactale foncée qui définit

la monorectale de translation

quand la claire bouge par rapport à la foncée

La variable

dispositale (s)

contient la distance entre la contactale foncée et la contactale claire

Deux contactales optionnelles additionnelles peuvent être fixées avec le paramètre

useAxisFlange

Ces deux contactales peuvent être activées par des entitales translationales et représentent une actale et une réactale

La distance et sa dérivée peuvent être définitivement utilisées comme statales en fixant

stateSelect=StateSelect.always

Le défaut est

stateSelect=StateSelect.prefer

qui utilise la distale relative et sa dérivée comme statales préférées

Les statales sont généralement sélectionnées automatiquement

Dans certaines situations comme avec des boucles cinématiques le choix

stateSelect=StateSelect.always

peut se révéler plus efficace

Revolute

C'est une coentitale qui permet une rotation par rapport à une monorectale

La statale de base est

la birectale

entre les deux entitales

Quand deux entitales sont liées par une révolute la seconde ne peut tourner que selon une monorectale relativement à la première ce bloque

$6-1=5$

libérales pour la posturale de la seconde

Dans un tel système de deux entitales il n'y a qu'une seule libérale en l'occurrence une monorectale reliant les deux entitales

Tout le reste est fixé

La posiale de la contactale claire de la première est identique à la posiale de la contactale foncée de la seconde

Les deux orientalités sont donc fixées à une même posiale

Si les orientalités sont alignées c'est-à-dire que la birectale entre les deux orientalités est nulles

la matrice de rotation relative entre orientalités est nulle

L'état de base est la bidirectale qui donne une libérale rotationnelle et deux états potentiels c'est-à-dire deux interentitales possibles

Cette coentitale a une contactale foncée et une contactale claire ainsi qu'une monorectale paramètre

monorectale[3]

Cette direction unitaire définit la direction de l'axe de rotation quand l'orientale claire tourne autour de l'orientale foncée

Dans cette coentitale la contactale claire tourne autour d'une monorectale fixée dans la contactale foncée

Les deux posturales coincident quand la birectale est nulle

Deux contactales additionnelles rotationnelles peuvent être activées la claire représentant l'actales et la foncée la réactale

Le paramètre

stateSelect

permet de stipuler que la birectale de rotation

phi

et ses dérivées doivent définitivement être utilisées comme statales en mettant

stateSelect=StateSelect.always

Le défaut est

stateSelect=StateSelect.prefer

stituplant d'utilisant la birectale et ses dérivées comme statales préférentielles

Les statales sont généralement choisies automatiquement

Dans certaines situations comme quand des boucles cinématiques sont présentes l'option

StateSelect.always

peut être plus performante

Si une boucle planaire est présente c'est-à-dire consistant en quatre coentitales dont les monorectales sont parallèles entre elles il n'y a plus de solution symbolique unique et l'évaluateur va échouer

Un message d'erreur est transmis mettant en évidence la situation

Dans ce cas une des coentitales doit être remplacée par une

Joints.RevolutePlanarLoopConstraint

L'effet est que des 5 contraintes de la coentitale usuelle 3 contraintes sont enlevées et remplacées par des variables appropriées connues c'est-à-dire que la rectotransentitale de rotation est traitée comme ayant avec une valeur nulle

Pour les coentitales standard cette rectotransentitale est une quantité inconnue

RevolutePlanarLoopConstraint

Cette perentitale est décrite selon deux contraintes positionnelles pour des boucles planaires

La transaxiale de coupure ambiguë perpendiculaire à la boucle et la transradiale de coupure ambiguë sont arbitrairement mises à zéro par la pensée

Cylindrical

C'est une perentitale dans laquelle les translations et les rotations sont indépendantes avec deux libérales donnant quatre statales potentielles

La contactale claire tourne et se déplace selon une axiale fixée à la foncée

Universal

Une coentitale où la contactale foncée tourne autour d'une monorectale

monorectaleFoncée

fixée dans la posturale foncée et la contactale claire tourne autour d'une monorectale

monorectaleClaire

fixée dans la posturale claire

Les deux posturales coïncident quand

revolutePhiClair

et

révolutePhi foncée

sont nulles

Cette coentitale a les quatre statales potentielles suivantes

la birectale relative

phiFoncée=révoluteFoncée.phi

autour de la monorectale

monorectaleFoncée

la birectale relative

phiClaire=revoluteClaire.phi

autour de la monorectale

monorectaleClaire

la fréquence relative

omégaFoncée=der(phiFoncée)

la fréquence relative

omegaClaire=der(phiClaire)

Ces statales sont candidates pour une sélection automatique par la machine

La sélection peut être forcée par

stateSelected=StateSelected.always

Les statales sont généralement sélectionnées automatiquement

Dans certaines situations comme les boucles cinétiques planaires il peut être plus efficace de sélectionner

stateSelected=StateSeleted.always

Planar

Une perentitale autorisant deux libérales à savoir une translation et une rotation sur un plan ce qui donne trois libérales et six statales potentielles

Spherical

Une perentitale autorisant une rotation arbitraire autour d'une positale

Elle a trois libérales et six statales possibles

FreeMotion

Une perentitale permettant le mouvement relatif des deux solidales sans aucune contrainte comme s'il n'y avait pas de perentitale du tout donnant six libérales et douze statales possibles entre les deux orientalités liées

FreeMotionScalarInit

Une perentitale libérale avec une initialisation quantifiée et une sélection statale de six libérales et douze statales potentielles

SphericalSpherical

Une perentitale agrégée consistant en deux sphériques connectée par une barre contenant une rectinertie ponctuelle optionnelle au milieu

UniversalSpherical

Une perentitale agrégée avec une universale à la contactale foncée et une sphericale à la contactale claire qui sont connectées par une barre rigide

GearConstraint

Une perentitale avec des directions axiales arbitraires

RollingWheel

Une perentiale sans ni rectinertie ni rotinertie décrivant une roue idéale roulant sur un plan de hauteur nulle

RollingWheelSet

Une perentiale sans rectinertie ni rotinertie qui décrit une paire de roues idéales connectées par un axe

Les environnementales

Les actionneurs comme les forces, les ressorts et les amortisseurs peuvent être connectés entre deux contactales de solidales ou de persolidales

La transrectale de la gravitation pour toutes les solidales sont prises en compte à travers

l'attraction gravitationnelle

de incluse dans

l'originale

La valeur par défaut est la gravitation à la surface de la terre

La propagation à toutes les mécanicales ayant une masse se fait par des relatales implicites

Des actionneurs monodimensionnels peuvent être utilisés

Les entitales suivantes sont disponibles à la pensée

WorldForce

Transrectale

WorldTorque

Transrotale

WorldForceAndTorque

Transposturale

Force

Transrectale

Torque

Transrotale

ForceAndTorque

Transposturale

LineForceWithMass***LineForceWithTwoMasses******Spring******Damper******SpringDamperParallel******SpringDamperSeries*****Les internes**

Permettent d'observer des propriétés absolues et relatives

Par exemple le RelativeSensor peut calculer toute quantité cinématique relative entre deux posturales

Power mesure quand à lui la puissance coulant entre la contactale foncée à la contactale claire

*position**vitesse**accélération**angle**vitesse angulaire**accélération angulaire****AbsoluteSensor******RelativeSensor******AbsolutePosition***

AbsoluteVelocity

AbsoluteAngles

AbsoluteAngularVelocity

RelativePosition

RelativeVelocity

RelativeAngles

RelativeAngularVelocity

Distance

CutForce

CutTorque

CutForceAndTorque

TransformAbsoluteVector

TransformRelativeVector

Power