

Formalisation du concept d'affordance dans l'ontologie Thing Description

Victor Charpenay

Mines Saint-Étienne, LIMOS

1^{er} juillet 2021



Introduction

On the Internet, nobody knows you're a dog *an autonomous agent*.



Le web tend à **uniformiser** les interactions entre « composants » d'un système.¹

- un serveur web ne peut pas distinguer un *user agent* d'un agent autonome.
- un client web ne peut pas connaître l'origine des données qu'il reçoit.

Cette uniformité permet notamment d'intégrer des **systèmes cyber-physiques** hétérogènes via le **web des objets**.

¹V. Charpenay, T. Käfer, A. Harth, "A Unifying Framework for Agency in Hypermedia Environments," EMAS, 2021.

L'**hypermédia**, comme système d'organisation des informations sur le web, permet la diffusion d'« **affordances** » entre clients et serveurs.

Une affordance facilite la **prise de décision** par un agent (à travers un client web) dans sa navigation, par exemple pour accéder à un service web².

- A satellite image taken yesterday at 10 AM is available on the web at [http://...](#)
- A new satellite image, to be taken today at 10AM, will be available for \$100 – [click here to authorize transfer of funds and obtain image.](#)
- In an emergency situation, a Coast Guard observer plane can be sent to any location within the area you indicate. [Click here for more information.](#)
- A high altitude observer can be sent to your location in 13 hours. [Click here to initiate procedure.](#)

Figure: Exemple de choix donné à un agent au travers d'hyperliens (où hyperlien ~ affordance)

²J. Hendler, "Agents and the Semantic Web," IEEE Intelligent Systems, 2001.

Le concept d'affordance s'applique à l'origine aux **objets physiques** (et non à des services web).

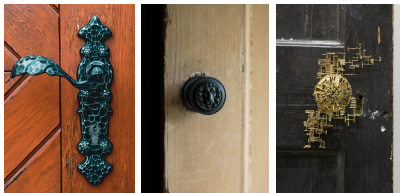


Figure: exemples d'objets avec affordances (plus ou moins) explicites

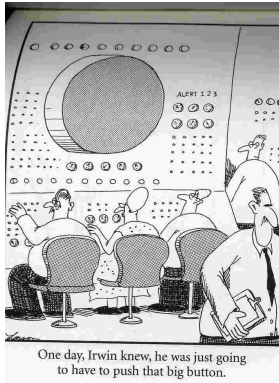


Figure: Intuition autour du concept d'affordance (idée de P.-A. Champin)

Qu'est-ce qu'une affordance ?

*The **affordances** of the environment are what it offers the animal, what it provides or furnishes, either for good or ill. The verb to afford is found in the dictionary, but the noun affordance is not. **I have made it up.***

(...)

*[A]n affordance **is neither an objective property nor a subjective property; or both if you like.***³

³J. J. Gibson, *The Ecological Approach to Visual Perception*, 1979.

Avant de pouvoir représenter les affordances offertes sur le web par des objets ou systèmes cyber-physiques, il faut pouvoir **représenter** formellement ces **objets**.

L'ontologie Semantic Sensor Network (SSN) donne un **cadre ontologique** pour la **modélisation des systèmes cyber-physiques**.

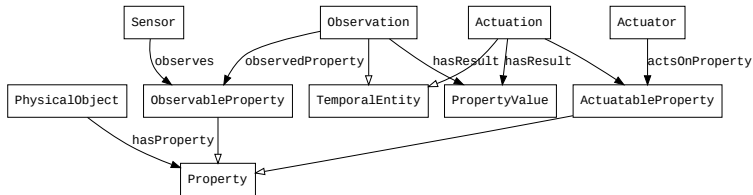


Figure: Vocabulaire et axiomes RDFS d'une ontologie de base pour le web des objets

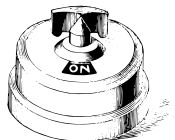
Hypothèse : tout système cyber-physique peut être caractérisé par un **ensemble de faits** utilisant ce **cadre ontologique**.

(PhysicalObject switch)
(hasProperty switch state)

(Actuation act)
(actsOnProperty obs state)
(hasResult act on)

(before act obs)

(Observation obs)
(observedProperty obs state)
(hasResult obs on)



La notion de **commandabilité** permet de faire le lien entre et systèmes cyber-physiques et IA classique (programmation par agent, planification).

Définition

- `now` est l' intervalle de temps « initial » du système
- ϕ_t est un « état cible »

Un système décrit dans le cadre ontologique donné est **commandable** pour ϕ_t si sa description logique satisfait la formule suivante :

```
(forall (TemporalEntity t')  
  (if (before now t')  
    (exists (TemporalEntity t)  
      (and  $\phi_t$  (before t' t))))))
```

Axiomes pour affordances

Des axiomes “structurels” de l’ontologie Thing Description (TD) sont publiés par le W3C.

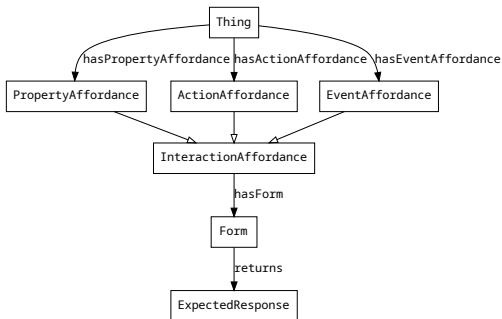


Figure: Vocabulaire et axiomes RDFS de l’ontologie TD

Axiomes pour affordances

Un agent peut commander un système (cyber-)physique à travers des **opérations**.

Une opération est exécutée par un serveur (objet connecté) à la demande du client (agent).

Axiomes pour affordances

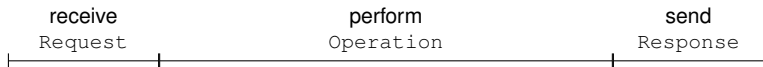


Figure: Opération simple

La base des interactions sur le web sont :

- les hyperliens (lecture)
- les formulaires (écriture)

Une affordance d'« interaction » spécifie quelle réponse un agent obtiendra en soumettant un **formulaire (requête paramétrée)**.

```
(and  
  (InteractionAffordance alpha)  
  (hasForm alpha req)  
  (returns resp))
```


Axiomes pour affordances



Figure: Opération décrite par une affordance d'interaction

Une **affordance de propriété** indique que l'opération associée est une **observation** ou une **activation**.

```
(and  
  (PropertyAffordance alpha)  
  (forProperty alpha p))
```

Axiomes pour affordances

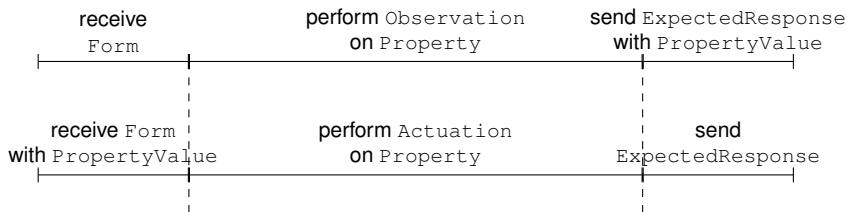


Figure: Opérations pour une affordance de propriété

Une **affordance d'action** indique que l'opération associée est l'**invocation** paramétrée d'une action pré-définie exécutée par l'objet.

```
(and  
  (ActionAffordance alpha)  
  (hasInputSchema alpha schi)  
  (hasOutputSchema alpha scho))
```

Axiomes pour affordances

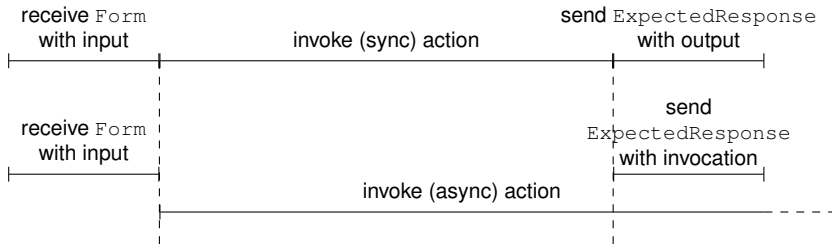


Figure: Opérations pour une affordance d'action

Une **affordance d'événement** indique que l'opération associée est la **souscription** à la notification d'événements observés par l'objet.

(**and**

```
(EventAffordance alpha)
```

```
(hasSubscriptionSchema alpha schs)
```

```
(hasNotificationSchema alpha schn))
```

Axiomes pour affordances

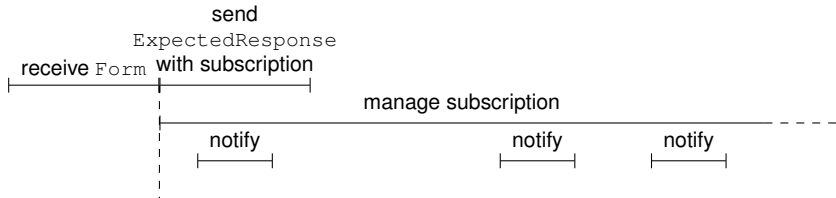


Figure: Opérations pour une affordance d'événement

Théorème

Tout système commandable peut être commandé (à distance) au travers d'affordances de propriété, d'action et d'événement uniquement.

Description d'objets

Des **sous-classes d'affordances** peuvent être définies pour faciliter la description d'objets connectés, par exemple avec l'ontologie **Smart Applications Reference (SAREF)**.

- une affordance sur une propriété de type `OnOffState` a le même effet qu'une affordance d'action de type `OnOffCommand`
- une affordance d'événement liée à une observation par `hasThresholdMeasurement` implique une notification à chaque occurrence de cette observation

Description d'objets

Une description complète d'objet connecté (d'un point de vue de la commandabilité) peut mélanger le **vocabulaire TD** et des « **annotations** » **SAREF**.

(**and**

```
(LightSwitch switch)
(hasPropertyAffordance switch paf1)
(forProperty paf1 state)
(OnOffState state)
(hasActionAffordance switch aaf)
(forProperty aaf state)
(forInvocation aaf i)
(OnOffCommand i))
```



L'axiomatisation proposée pour le vocabulaire TD permet de structurer des travaux en cours.

- WoT Catalogue : développement d'un « schéma » pour annoter des descriptions d'objets connectés
- Hypermedea : développement d'un système de planification