Génération d'un profil dynamique du stress pour l'entraînement à la gestion de situations de crise – Calcul des masses de croyances

Luca Pelissero-Witoslawski[1], Domitile Lourdeaux[2] et Dominique Lenne[3]

Alliance Sorbonne Université, Université de technologie de Compiègne, CNRS, Heudiasyc UMR 7253 57 avenue de Landshut – 60203 Compiègne Cedex, France
[1]luca.pelissero-witoslawski@hds.utc.fr;[2]domitile.lourdeaux@hds.utc.fr;
[3]dominique.lenne@hds.utc.fr

En formalisant la théorie des fonctions de croyance, Carpentier associe à chaque classe de situations S_i une distribution de masse de croyance m selon un cadre de discernement Ω représentant l'ensemble des hypothèses qui sont émises sur l'état des compétences de l'apprenant tel que, pour une hypothèse B :

$$\begin{aligned} m^{\Omega(S_i)} \,:\, & 2^{\Omega(S_i)} \rightarrow [0,1] \\ & B \mapsto m^{\Omega(S_i)}(B) \end{aligned}$$

vérifiant :

$$\sum_{B \subseteq \Omega} m^{\Omega}(B) = 1$$

$2^{\Omega(S_i)}$ contient tous les sous-ensembles possibles formés par des hypothèses et unions d'hypothèses de $\Omega(S_i)$ avec :

$$\Omega(S_i) = \{Ability(S_i), Disability(S_i)\}$$

Ability est l'hypothèse selon laquelle l'apprenant est capable de gérer une situation relevant d'une classe de situations S_i, tandis que *Disability* est l'hypothèse selon laquelle l'apprenant est incapable de gérer une situation relevant d'une classe de situations S_i.

Par l'application de la fonction de distribution de masse de croyance sur son cadre de discernement Ω, on associe à chaque classe de situations un tuple constitué de quatre masses de croyance telles que :

- $m^{\Omega(S_i)}(\{Ability\})$ est la masse de croyance sur la capacité de l'apprenant à faire face à une situation relevant de la classe S_i, notée $a(S_i)$.
- $m^{\Omega(S_i)}(\{Disability\})$ est la masse de croyance sur l' incapacité de l'apprenant à faire face à une situation relevant de la classe S_i, notée $d(S_i)$.
- $m^{\Omega(S_i)}(\{Ability, Disability\})$ est la masse de croyance sur l'ignorance qu'a le système à déterminer la capacité ou l'incapacité de l'apprenant à faire face à une situation relevant de la classe S_i, notée $i(S_i)$.

– $m^{\Omega(S_i)}(\{\emptyset\})$ est la masse de croyance reflétant le conflit créé lorsque deux sources d'informations entrent en contradiction à propos de la capacité ou l'incapacité de l'apprenant à faire face à une situation relevant de la classe S_i, notée $c(S_i)$.

Ainsi :

$$\sum_{B \subseteq \Omega(S_i)} m^{\Omega(S_i)}(B) = a(S_i) + d(S_i) + c(S_i) + i(S_i) = 1$$

Ces croyances peuvent ensuite être fusionnées. Par application de la règle de combinaison conjonctive de Shafer, la fusion de deux distributions de masse de croyance m_1 et m_2 forme une nouvelle distribution de masses de croyance m_R telle que :

$$\begin{aligned} a_R &= a_1 \times a_2 + i_1 \times a_2 + i_2 \times a_1 \\ d_R &= d_1 \times d_2 + i_1 \times d_2 + i_2 \times d_1 \\ i_R &= i_1 \times i_2 \\ c_R &= 1 - a_R - d_R - i_R \end{aligned}$$

De même, il est possible d'étendre une distribution de masse de croyance d'une situation $\mathrm{S_A}$ vers une situation $\mathrm{S_B}$. On note $\Phi(\mathrm{S_A},\mathrm{S_B})$ la croyance propagée de $\mathrm{S_A}$ jusqu'à $\mathrm{S_B}$ selon une fonction de propagation Φ utilisant la règle d'affaiblissement simple de Shafer [1].

$$\begin{aligned} m^{\alpha}(A) &= (1-\alpha) \times m(A), \forall A \subset \Omega \\ m^{\alpha}(\Omega) &= (1-\alpha) \times m(\Omega) + \alpha \end{aligned}$$

Ainsi :

$$\Phi(S_A, S_B) = (\Phi_a(S_A, S_B), \Phi_d(S_A, S_B), \Phi_c(S_A, S_B), \Phi_i(S_A, S_B))$$

$$\begin{aligned} a_{S_A \to S_B} &= \Phi_a(S_A, S_B) = (1-\alpha)^d \times a_{S_A} \\ d_{S_A \to S_B} &= \Phi_d(S_A, S_B) = (1-\alpha)^d \times d_{S_A} \\ c_{S_A \to S_B} &= \Phi_c(S_A, S_B) = (1-\alpha)^d \times c_{S_A} \\ i_{S_A \to S_B} &= \Phi_i(S_A, S_B) = (1-\alpha)^d \times (i_{S_A} - 1) + 1 \end{aligned}$$

avec d la distance de Manhattan entre les deux classes de situations S_A et S_B tel que :

$$d(S_A, S_B) = \sum_{i=1}^{n} |\sigma_1^i - \sigma_2^i|$$

Cette propagation permet d'émettre des suppositions quant à la maîtrise d'une classe de situations proche d'une autre classe.

Nous proposons d'étendre ce modèle pour diagnostiquer l'évolution de l'apprenant à différents niveaux hiérarchiques de compétence en parallèle. Ce diagnostic s'appuiera sur les données physiologiques issues de nos capteurs. Nous voulons également que le système soit paramétrable selon les besoins du formateur.

Propagation des croyances
Nous nous appuyons sur la fonction de propagation afin de propager les croyances entre les classes de situations, au travers de l'ensemble de la taxonomie. Cependant, la distance de Manhattan utilisée par Carpentier n'est pas applicable dans notre contexte, car nous voulons pouvoir étendre des croyances entre différents niveaux de hiérarchie, c'est à dire entre des sous-ensembles différents. La similarité sémantique étant calculée grâce à la distance dans la taxonomie entre deux nœuds, nous modifions la formule, avec $\alpha = 1 - sim(A, B)$, tel que :

$$\begin{aligned}
a_{S_A \to S_B} &= \Phi_a(S_A, S_B) = sim(A, B) \times a_{S_A} \\
d_{S_A \to S_B} &= \Phi_d(S_A, S_B) = sim(A, B) \times d_{S_A} \\
c_{S_A \to S_B} &= \Phi_c(S_A, S_B) = sim(A, B) \times c_{S_A} \\
i_{S_A \to S_B} &= \Phi_i(S_A, S_B) = sim(A, B) \times (i_{S_A} - 1) + 1
\end{aligned}$$

Si deux masses de croyances caractérisent une même classe de situations après la propagation, on procède alors à une fusion de ces masses de croyance.

References

1. Shafer, G.: A mathematical theory of evidence, vol. 42. Princeton university press (1976)