
Une plateforme orientée composants pour l'autonomie des personnes à leur domicile

Ali Larab^{*,**,**} — Emmanuel Conchon^{*,**,**} — Rémi Bastide^{*,**,**} — Nicolas Singer^{*,**,**}

*

ISIS

Campus Universitaire

Rue Firmin Oules, F-81100 Castres

**

IRIT

118 Route de Narbonne, F-31062 Toulouse Cedex 9

{ali.larab, emmanuel.conchon, remi.bastide, nicolas.singer}@irit.fr

Université de Toulouse

UPS, INSA, INP, ISAE, UTI, UTM, LAAS ; F-31077 Toulouse Cedex 4, France

RÉSUMÉ. Ces dernières années, le vieillissement des populations occidentales a conduit au développement de technologies devant faciliter le maintien à domicile des personnes âgées, retardant autant que possible leur installation en institutions spécialisées. Ces technologies, tant domotiques que logicielles, consistent à télé-surveiller les personnes semi-dépendantes en équipant leur domicile de systèmes de capteurs destinés à évaluer l'activité des personnes et à détecter les accidents. Nous présentons dans cet article une architecture logicielle basée sur des composants logiciels interopérables. Cette architecture différencie les composants producteurs de données, par exemple les capteurs, des ceux qui les utilisent et les interprètent, tels qu'un composant de suivi de la mobilité ou de détection des chutes. L'intérêt de cette architecture est de permettre un couplage faible entre les différents composants, facilitant l'intégration de nouveaux capteurs et le développement de nouvelles fonctionnalités.

MOTS-CLÉS : Maintien à domicile, mobilité des personnes âgées, actimétrie, architecture logicielle, bus logiciel, interopérabilité.

1. Introduction

L'augmentation de l'espérance de vie, corrélée avec l'entrée dans le 3^e âge de la génération des « Baby Boomers » génère un problème nouveau de santé publique, qui va devenir de plus en plus important dans les prochaines années : avec l'âge, la prégnance des maladies chroniques devient plus importante. Comme il n'est ni possible ni souhaitable de prendre en charge toutes les personnes âgées dépendantes et/ou pluri-pathologiques dans des institutions spécialisées (hôpitaux, EHPAD...), on s'oriente de plus en plus vers des solutions dites de « maintien à domicile », où ces patients sont prises en charges au niveau médical et para-médical en restant à leur propre domicile. Ces solutions intègrent le plus souvent des aspects technologiques innovants (monitoring et télétransmission de signes vitaux, détection de chutes, alarmes...) et des aspects organisationnels nécessaires à la coordination des différents acteurs qui contribuent au maintien à domicile. Ces solutions sont encore pour la plupart au stade de l'expérimentation, dans le but d'évaluer les rapports entre leur coût, leur fiabilité, le service médical rendu et les économies d'échelle qu'elles sont susceptibles d'apporter au système de santé dans son ensemble.

On constate toutefois un problème propre à entraver leur bon développement : la plupart de ces systèmes sont conçus et destinés au suivi d'une pathologie particulière (déficience cardiaque, déficience respiratoire, diabète...) et nécessitent un équipement technologique assez important (capteurs, ordinateurs implantés au domicile, set-top boxes pour la transmission d'information...). Or, la plupart des personnes âgées sont pluri-pathologiques, souffrant à la fois de plusieurs de ces troubles chroniques liés à l'âge. Il est donc inenvisageable techniquement et économiquement de multiplier les systèmes de suivi, et il est donc nécessaire de développer l'interopérabilité entre ces systèmes, de manière à en factoriser les éléments communs, réduisant ainsi les coûts de déploiement et d'exploitation.

Nous proposons dans cet article une architecture logicielle basée sur la notion de bus logiciel, dans le but de promouvoir l'interopérabilité entre les systèmes de monitoring et de maintien à domicile. Cette architecture a l'avantage d'offrir un couplage faible entre les différents composants, ce qui facilite l'intégration de nouveaux systèmes.

2. Les systèmes de maintien à domicile

2.1. Présentation des systèmes existants (état de l'art)

Au cours des dernières années, plusieurs prototypes de systèmes de télésurveillance sont apparus à travers le monde comme les projets PROSAFE [CHA 03], TelePat [BOU 07] ou AILISA [RIA 03], [NOU 05] pour la France, CarerNet [WIL 98] pour l'Angleterre, les travaux menés par Tamura [TAM 98] et Ogawa [OGA 00] au Japon ou encore le projet de maison intelligente Gator Tech [HEL 05] aux USA pour ne citer qu'eux.

Ces projets varient au niveau de l'échelle de leur déploiement (local, national etc.) ou de leurs objectifs (asthme, Alzheimer, cardiologie, chutes, activités journalières...). Cependant, chacun

remonte des informations pertinentes sur l'évolution de santé de l'occupant et notamment des informations de haut niveau (activité quotidienne, agitation nocturne).

La plupart de ces projets intègrent différents capteurs domotiques pour assurer un suivi de la personne au domicile (capteurs de mouvements, capteurs infra-rouges etc.). Certains comme les projets Gator Tech et les travaux de Tamura, se focalisent sur l'instrumentation du domicile pour étudier le style de vie de l'occupant (pèse personne électronique, ECG dans la baignoire, planchers intelligents pour la détection de chute etc.) et lui faciliter la vie de tous les jours. D'autres comme les projets TelePat, AILISA et CarerNet adjoignent à ces capteurs domotiques des capteurs physiologiques à placer directement sur la personne pour remonter des données médicales plus précises et permettre un suivi plus fin de l'évolution de son état de santé.

2.2. Expression du besoin d'interopérabilité

Les quelques systèmes que nous venons de présenter s'intéressent, la plupart du temps, à une pathologie particulière, or, les patients âgés sont souvent pluri-pathologiques si bien qu'actuellement il est nécessaire de multiplier les systèmes au domicile du patient. Cette profusion de systèmes présente peu d'intérêt car la plupart utilise des équipements similaires pour effectuer leurs mesures. Les capteurs de mouvements par exemple se retrouvent dans quasiment toutes les solutions existantes.

Pour éviter cette multiplication d'équipements nous proposons d'adopter une architecture permettant de les mutualiser. Ainsi, un même capteur de mouvement pourra être utilisé par différentes applications. Cette mutualisation des équipements répond à la fois à un besoin économique mais également à une demande des patients observés qui souhaitent en général limiter la prolifération de ces équipements dans leur domicile. Pour pouvoir réaliser cette mutualisation, il est nécessaire de proposer une solution architecturale interopérable.

3. Architecture générale du système

L'objectif de notre architecture est de proposer un système de communication interopérable permettant un couplage faible entre différents composants logiciels. Ces composants peuvent être des fournisseurs de données et/ou les utilisateurs de ces données. Pour simplifier le discours nous parlerons de *producteurs* pour les composants fournisseurs de données et de *consommateurs* pour les composants utilisateurs. Les composants jouant un double rôle de producteur-consommateur seront appelés *transformateurs*.

Ces différents composants communiquent à travers un bus de communication logiciel (middleware) comme présenté sur la Figure 1. L'intérêt d'un bus logiciel est de permettre un

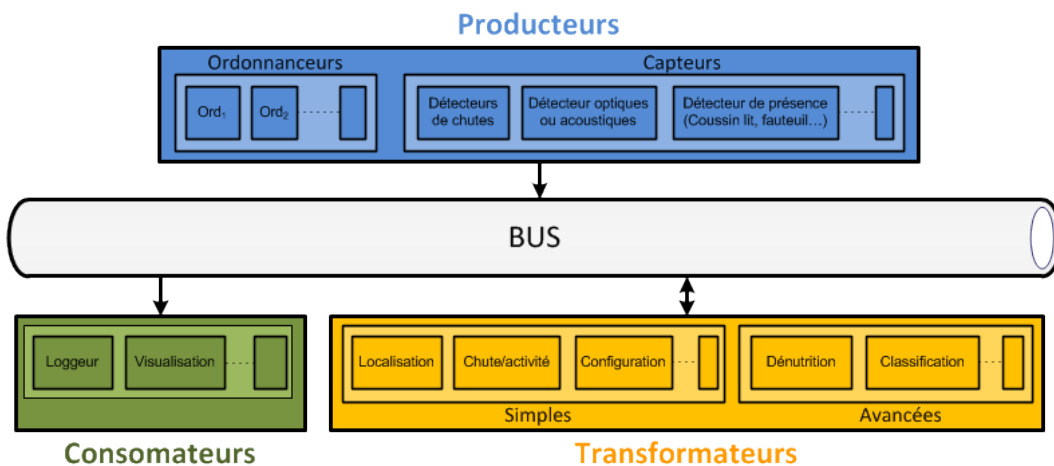


Figure 1: Architecture générale du système.

couplage faible entre les producteurs et les consommateurs. Ainsi, un producteur émettra sa donnée sur le Bus et l'ensemble des consommateurs intéressés par la donnée pourront la récupérer et l'exploiter. Le changement éventuel d'un producteur par un autre ne nécessitera pas de changement au niveau des consommateurs pour peu que la donnée produite soit la même. Par exemple, un capteur de mouvement infra-rouge envoyant une position sur le bus, pourra être remplacé par un système GPS sans que les applications utilisant la position n'aient besoin d'être modifiées. Réciproquement la modification d'un consommateur n'influe pas sur les producteurs. Avec ce type d'architecture, l'ajout ou la suppression d'un composant est transparent pour les autres composants connectés, ce qui permet une évolutivité et une flexibilité très forte du système. Pour garantir une cohérence dans les données échangées et assurer cette interopérabilité une ontologie est en cours de construction pour définir le format des données échangées. Ainsi, lors du développement d'un nouveau composant, il sera possible de se référer à cette ontologie pour connaître les données existantes. L'intégration d'un nouveau type de producteur dans l'architecture, implique l'extension de l'ontologie pour que celle-ci prennent en compte la nouvelle donnée produite.

Nous avons réalisé un prototype de l'architecture utilisant le Bus de communication Ivy[BUI 05]. Ce bus logiciel permet l'interopérabilité entre applications développées dans différents langages de programmations (Java, C++, etc.). Ivy utilise des expressions régulières pour l'échange de données, ce qui permet un déploiement plus rapide et plus léger qu'avec des normes plus complexes telles que CORBA ou RMI qui reposent sur des échanges d'objets.

Dans la section suivante nous allons présenter quelques exemples de composants développés dans le cadre de cette architecture.

4. Quelques exemples de composants

4.1. Producteurs

4.1.1. Capteurs

Les capteurs sont les producteurs les plus évidents d'une solution de e-santé dédiée au maintien à domicile. Ils se décomposent en deux catégories : les capteurs équipant le domicile et les capteurs embarqués sur le patient, chargés d'effectuer des mesures physiologiques par exemple.

Dans la version actuelle de notre plateforme plusieurs types de capteurs physiques ont été déployés dans un appartement virtuel comme notamment : des capteurs de mouvements sans fil disposés dans l'appartement, des coussins intelligents avec détecteur de pression, des capteurs inertiels portés par le patient pour estimer ses déplacements mais également des équipements médicaux comme un pèse personne électronique. Ces capteurs sont reliés au bus de communication à travers des liaisons filaires ou sans-fil.

Les composants sont différents des capteurs physiques. Ainsi, un composant capteur est une brique logicielle chargée de faire l'interface entre le bus de communication et le capteur physique. Les échanges avec les capteurs physiques se font sous forme de langage commande propriétaire

pouvant varier d'un capteur physique à l'autre. Les échanges donnés avec le bus s'effectue suivant une norme de communication spécifique. Des travaux sont en cours pour améliorer l'interopérabilité entre les capteurs, notamment en s'appuyant sur des ontologies permettant de décrire de manière précise à la fois les caractéristiques des capteurs eux-mêmes (portée, résolution, marge d'erreur...) et les données transmises (unités, sémantique...) [EID 07]

4.1.2. *Ordonnanceur*

Le composant « *ordonnanceur* » est un composant développé dans un objectif de prototypage d'applications. Il permet d'effectuer des tests en émulant le comportement d'autres producteurs en se basant sur des scénarios temporisés. Ainsi, à partir d'un scénario au format XML, il émet sur le Bus de communication des messages identiques à ceux émis normalement par les autres producteurs à la date spécifiée.

Cet outil permet donc de rejouer des traces précédemment capturées, par exemple pour faciliter la mise au point d'un consommateur ou d'un transformateur. Les scénarios peuvent également être obtenus à partir de simulations préalables. Ainsi, il est envisageable de simuler le déplacement d'un patient à l'intérieur de son domicile et d'émuler ensuite en temps réel les messages émis par les détecteurs de mouvements pour évaluer un transformateur chargé de déterminer la position du patient (voir section suivante) ou encore un consommateur chargé de déterminer la désorientation spatiale.

Ce composant peut également être utilisé conjointement avec des données réelles émises par d'autres producteurs pour remplacer un producteur absent.

4.2. *Transformateurs*

Les composants transformateurs présentés dans cette section sont répartis en deux catégories :

- Les transformateurs simples effectuant un traitement à partir de données brutes fournies par les composants de type capteur ;
- Les transformateurs avancés effectuant un traitement à partir de données brutes ou à partir de données fournies par d'autres composants producteurs/transformateurs.

4.2.1. *Simple*

4.2.1.1. Localisation

Ce composant a pour objectif de fournir la position de la personne suivie à l'intérieur du logement. Pour cela, le composant va s'abonner aux données remontées par les capteurs de mouvement disposés dans le logement mais également à celles remontées par des capteurs de pression disposés à différents points stratégiques (ex : fauteuil, lit etc.).

Plusieurs niveaux de confiance sont définis en fonction de chacun des types de capteurs utilisés. Ainsi, les informations fournies par les capteurs de pression vont avoir un degré de confiance plus important que les informations obtenues à partir des capteurs de mouvement. En effet, les capteurs de mouvement permettent de définir une zone de présence mais celle-ci peut

parfois être relativement importante. Un moyen pour limiter la taille de cette zone est d'effectuer une triangulation à partir de plusieurs capteurs de mouvements répartis à différents coins de la pièce. Cependant, cette solution présente toujours un degré de précision moindre qu'un capteur de pression qui lui indique parfaitement la zone où le contact a été effectué.

La redondance des informations en provenance de différents capteurs va également permettre de détecter des cas problématiques comme la présence de plusieurs personnes à l'intérieur de la pièce considérée. Par exemple, si la triangulation des signaux indique que le patient est dans une zone $A(x_1, y_1)$, alors qu'un capteur de pression indique qu'il est dans une autre zone $B(x_2, y_2)$, tel que $x_2 = x_1 \pm \delta x$ et $y_2 = y_1 \pm \delta y$, alors il faut considérer que les zones A et B sont recouvrantes si et seulement si $\delta x < \rho$ et $\delta y < \rho$ (en général nous retiendrons $\rho = 1\text{m}$). Dans le cas contraire, nous pouvons en déduire qu'une autre personne (ou animal) est présente dans le logement et que la position du patient ne peut plus être déterminée par des capteurs externes.

Pour pallier à ce problème une troisième gamme de mesure peut être obtenue à partir de capteurs inertiels (accéléromètres, gyroscope etc.) portés par la personne sous surveillance. Dans le cas où plusieurs personnes sont détectées, ces mesures deviennent les seules capables de déterminer qui des capteurs de pression ou des capteurs de mouvement ont raison.

4.2.1.2. Chute

Comme le composant précédent, le composant de détection de chutes va s'appuyer sur des capteurs inertiels portés par le patient. Dans le cas de ce composant, nous nous intéresserons principalement aux accélérations. Ainsi pour détecter une chute, nous considérerons l'accélération sur l'axe vertical. Si cette accélération est importante (proche de G, l'attraction terrestre) et est suivie d'un long moment d'inactivité (ou de très faible activité) le composant considérera qu'une chute est survenue et il enverra un message d'alerte sur le bus de communication du type « Suspicion de chute ».

4.2.1.3. Configuration

Le composant de configuration va être chargé d'émettre des messages sur le bus Ivy à destination des composants capteurs pour configurer les capteurs physiques avant chaque début d'expérience. Il va également être utilisé pour configurer les autres transformateurs et consommateurs en leur diffusant les caractéristiques de l'expérimentation comme par exemple la carte des locaux.

4.2.2. Avancés

Les transformateurs avancés reposent sur un constat simple à savoir qu'en réutilisant ou combinant les données recueillies sur le réseau, on arrive à déduire d'autres informations sur l'état du patient. Par exemple, le temps passé dans une zone peut nous permettre de déduire une activité et une activité peut permettre en fonction de l'heure de la journée ou de sa durée de déterminer un comportement anormal. On arrive ainsi à déduire des anomalies comportementales comme

l'agitation nocturne, le trouble du sommeil, la perte de mobilité ou encore des problèmes de dénutrition ou mal nutrition.

4.2.2.1. Dénutrition

Le phénomène de dénutrition est fréquemment constaté chez les personnes âgées. Ce phénomène, dans notre pays, n'est pas dû essentiellement à des raisons économiques, mais au fait que les personnes âgées ressentent mal les effets d'une mauvaise alimentation, et prennent progressivement des mauvaises habitudes alimentaires.

Les conséquences de la dénutrition, chez le sujet âgé peuvent être dramatiques :

- Le risque de décès est deux à quatre fois plus élevé chez la personne dénutrie.
- La dégradation de l'état de santé du patient et l'aggravation de sa dépendance, qui augmentent les risques de chute, la déshydratation, le temps nécessaire à la guérison, et les troubles mentaux.
- Des hospitalisations plus fréquentes et de plus longues durées.
- D'énormes frais de soins qui se répercutent sur l'ensemble de la société.

Le dépistage de la dénutrition est une étude de cas particulièrement adaptée pour notre proposition d'architecture logicielle :

- On peut mettre en œuvre des composants de type « capteurs », par exemple des balances électroniques qui transmettent le poids du patient, son indice de masse corporelle (IMC), etc.
- On peut également inférer des activités simples du patient (préparation du repas, alimentation, boisson...) en corrélant des informations qui proviennent de capteurs simples (capteurs de position qui détectent les mouvements dans la cuisine ou autour de la table de cuisson, ouverture de la porte du réfrigérateur...). Un tel composant est un transformateur simple, qui traite et corrèle des informations en provenance des capteurs pour produire une information de plus haut niveau sémantique (e.g. le patient s'alimente).
- Le composant « dépistage de la dénutrition » est un transformateur avancé, corrélant des informations issues de capteurs (poids, IMC) avec des informations plus riches (fréquence, durée des phases d'alimentation du patient). Ce composant, muni d'un algorithme de décision heuristique, peut alors poster sur le bus une information du type « Suspicion de dénutrition »

4.2.2.2. Classification

Le rôle de ce transformateur est de collectiviser les indicateurs individuels collectés chez une personne en mettant en relation plusieurs systèmes de télé-vigilance. Cette mise en correspondance aboutie à une classification des personnes dans différentes catégories pouvant donner des indications sur leur état de santé, de dépendance, ou de stade dans le développement d'une maladie dégénérative. En retour les données produites par ce transformateur peuvent être utilisées par un système individuel pour pondérer l'importance de certains producteurs en fonction des risques encourues par la personne du fait de son, risques étant estimées par le classement de cette personne dans une certaine catégorie.

Le transformateur a été développé dans le cadre de recherches menées par des chercheurs de l'IRIT [SIN 11] et utilise des technologies multi-agent pour relier de façon souple différents systèmes de télé-vigilance. Pour gérer la large distribution des données produites par les producteurs « individuel », les systèmes multi-agents sont en effet particulièrement pertinents. Leur architecture permet de décomposer le système en plusieurs agents, chacun s'occupant d'analyser la partie des données portée à sa connaissance, et d'utiliser les capacités de communication et d'auto-organisation des agents pour obtenir au final une vue consolidée des données.

Le modèle développé est basé sur des agents ayant la capacité d'utiliser des méthodes de classification destinées à classer les données dont il dispose. Nous appelons cela une classification locale. Pour améliorer cette classification partielle, les agents ont également la capacité de communiquer avec d'autres agents de même nature afin de partager et d'affiner leur classification. La Figure 2 illustre ce fonctionnement.

La principale difficulté qu'ont à résoudre nos agents de classification vient de l'hétérogénéité des données à classer. En effet les indicateurs remontant des différents producteurs des plateformes de télé-vigilance sont de natures différentes, ce qui amène les personnes à être évalués selon des critères différents. Les algorithmes traditionnels de classification ont donc dû être adaptés pour les rendre capable de gérer des données qui ne sont pas toutes décrites avec les mêmes attributs. Par exemple toutes les plateformes ne posséderont peut-être par un producteur rendant compte de la température corporelle d'une personne. Par conséquent nos agents classificateurs devront classer entre elles des personnes dont certaines auront une température corporelle inconnue. Plus formellement, le problème consiste à classer un ensemble de points dans un espace à plusieurs dimensions dans lequel certaines coordonnées de ces points ne sont pas définies. Cela peut se produire en cas de données incomplètes (du fait de la méthode de collecte par exemple) ou plus simplement quand les points ont des dimensions différentes, autrement dit quand on essaie de classer des points d'un espace à n dimensions avec des points issus d'un espace à m dimension, n étant différent de m . Les méthodes classiques de classification, comme k -means ou ISODATA, ont besoin de toutes les coordonnées des points pour fonctionner. Le cœur de leurs algorithmes est basé sur l'évaluation de distances entre points et sur le calcul de vecteurs moyens. Notre travail a consisté à adapter la façon dont ces méthodes effectuent leur calcul pour prendre en compte le fait que certaines données ne sont que partiellement décrites. Nous appelons cela une classification hétérogène dans le sens où les données à classer proviennent d'espace de dimension différente.

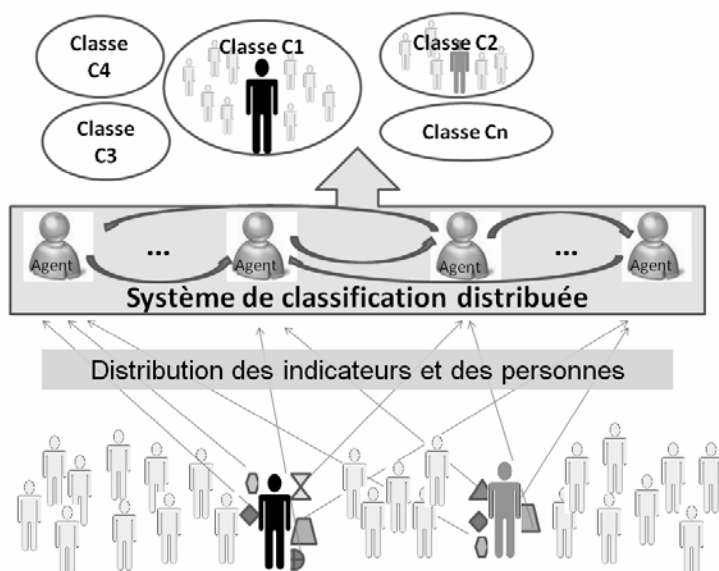


Figure 2 - Classification distribuée

Pour illustrer le rôle de ce transformateur, considérons qu'il met en correspondance dix systèmes de télé-vigilance utilisant des producteurs permettant de caractériser les personnes selon les indicateurs donnés Tableau 1.

I ₁	Température corporelle (en degrés celsius)
I ₂	Pression sanguine systolique (en mmHg)
I ₃	Temps de sommeil (en minutes)
I ₄	Nombre de sorties du lit la nuit
I ₅	Nombre de fois où la personne s'est rendu aux toilettes en journée
I ₆	Temps passé dans la cuisine (en minutes)
I ₇	Temps passé dans le salon (en minutes)
I ₈	Nombre de fois où la personne est sortie du domicile
I ₉	Plus long temps d'immobilité en journée
I ₁₀	Désordres alimentaires (vrai ou faux)

Tableau 1. Indicateurs

Son action pourra aboutir à la classification des dix personnes surveillées en les cinq catégories données par le Tableau 2 qui reprend également la valeur des indicateurs pour chacune des personnes :

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
--	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----------------

	Hyperactivité nocturne			Apathie diurne		Normaux		Errant	Normaux	
I ₁	37,5	38	37	37,5	40	37,5	37	37,5	37	37
I ₂	190	180	170	110	100	150	150	190	145	140
I ₃	240	180	240	780	720	420	420	480	480	420
I ₄	10	11	9	1	2	0	1	1	1	2
I ₅	8	7	8	6	5	4	3	4	5	4
I ₆	180	190	160	30	15	120	90	240	100	120
I ₇	180	200	180	360	300	180	120	240	120	180
I ₈	1	0	2	0	0	2	2	6	1	2
I ₉	120	90	120	360	330	90	120	15	90	120
I ₁₀	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0

Tableau 2. Classification des dix personnes par le transformateur de classification

Dans le cadre du projet Région PASPORD, nous menons actuellement une évaluation de ce composant en remontant des données en provenance de nos composants mais également des données provenant de la solution PROSAFE développée au LAAS.

4.3. Consommateurs

4.3.1. Logueur

Les données qui circulent sur le bus sont diverses et nombreuses. Elles peuvent être consommées en temps réel par tous les composants connectés sur le Bus de communication. Cependant, certaines exploitations et analyses ne peuvent être réalisées en temps réel. Ainsi un composant de sauvegarde des données (i.e. des expériences) s'avère nécessaire. Ce composant va par défaut s'abonner à tous les événements circulant sur le Bus à l'exception des événements de configuration.

A partir des données archivées, il est ensuite possible d'effectuer des analyses statistiques poussées pour déterminer des évolutions du comportement et/ou de l'état de santé du patient. Par exemple, le composant de classification présenté dans la section 4.2.2.2 va pouvoir s'appuyer sur cette base de connaissance pour évaluer les évolutions des classifications au cours du temps.

Ces données vont pouvoir être archivées de deux manières :

- Dans une base de données sur le réseau pour permettre l'utilisation future d'outils de fouille de données
- Au format XML pour pouvoir être rejouées par l'ordonnanceur présenté dans la section 4.1.2

Ces deux modes d'archivage peuvent être utilisés indépendamment l'un de l'autre ou de manière simultanée en fonction des besoins.

4.3.2. Visualisation 3D

Le composant de Visualisation a été défini pour permettre de suivre le comportement du patient à l'intérieur du domicile. Le domicile et le patient sont représentés en trois dimensions comme présenté sur la Figure 3. Il reçoit les données nécessaires à la génération et configuration du lieu de vie du patient à partir du composant de configuration présenté dans la section 4.2.1.1. Une fois l'environnement généré, l'avatar représentant le patient est animé en fonction des données circulant sur le Bus. Pour réaliser cette animation, il s'abonne aux événements émis par le composant de localisation. Utilisés conjointement avec des données remontées par les capteurs inertiels (boussole et accéléromètre), il est possible de déterminer l'orientation de la personne dans son environnement. Il s'abonne également aux messages émis par le composant de détection de chute pour permettre la visualisation des alarmes.

Le choix d'utiliser une représentation 3D au lieu d'une surveillance par caméra a été fait pour préserver une partie de l'intimité du patient. L'autre avantage est d'éviter d'avoir à déployer un nouveau matériel au sein du domicile.



Figure 3 - Visualisation 3D du patient dans son lieu de vie.

5. Conclusion et perspectives

Dans ce papier nous avons présenté une architecture de communication interopérable pour le déploiement et le prototypage de solutions de maintien à domicile qui assurent un couplage faible entre les différents systèmes communicants. Ce couplage faible est assuré par l'utilisation d'un bus logiciel permettant à différents composants d'échanger des données.

Un prototype réalisé avec le Bus Ivy nous a permis de montrer la faisabilité et l'intérêt de notre solution. Dans ce prototype nous avons proposé plusieurs composants de type producteur/transformateur/consommateur allant d'un composant de localisation simple jusqu'à des composants avancés permettant de classifier des patients par catégorie de pathologie ou encore capable de déterminer des problèmes liés à la dénutrition. Nous avons également présenté des composants dédiés au prototypage et à l'expérimentation de nouvelles solutions.

Actuellement, nous travaillons sur la définition d'une ontologie permettant de standardiser les échanges réalisés sur le Bus de communication de manière à simplifier la conception et le développement de nouveaux composants. Dans des travaux futurs, nous prévoyons également de migrer du Bus Ivy vers une solution plus standard. Enfin nous travaillons sur de nouveaux composants permettant, par exemple, la fouille et l'extraction de données mais également de permettre de détecter des problèmes de désorientation spatiale liés à la maladie d'Alzheimer.

6. Bibliographie

- [BOU 07] BOUDY J., BALDINGER J., DELAVAUULT F., I. B., DORIZZI B., FARIN I., « Télévigilance médicale au service du patient à domicile », *1ère conférence ASSISTH07*, vol. 1, p. pp. 397-40, 2007
- [BUI 05] BUISSON M., BUSTICO A., CHATTY S., COLIN F-R., JESTIN Y., MAURY S., MERTZ C., TRUILLET P., « Ivy: Un bus logiciel au service du développement de prototypes de systèmes interactifs », *Proceedings of IHM 2002*, 2002
- [CHA 03] CHAN M., CAMPO E., ESTÈVE D., « PROSAFE, a multisensory remote monitoring system for the elderly or the handicapped in Independent Living for Persons with Disabilities and Elderly People », *Proceedings of the ICOST'2003*, pp. 89-95, September, 2003
- [EID 07] EID M., LISCANO R., EL SADDIK A., « A Universal Ontology for Sensor Networks Data », *CIMSA 2007 – IEEE International Conference on Computational Intelligence for Measurement Systems and Applications*, Ostuni- Italy, 27-29 June 2007
- [HEL 05] HELAL S., MANN W., EL-ZABADANI H., KING J., KADDOURA Y., JANSEN E., « The Gator Tech Smart House: A Programmable Pervasive Space », *Computer*, vol. 38, p. 50-60, 2005
- [NOU 05] NOURY N., « AILISA : Plateformes d'évaluations pour des technologies de télésurveillance médicale et d'assistance en gérontologie », *Gérontologie et Société*, vol. 113, p. pp. 97-119, June, 2005
- [OGA 00] OGAWA R., TOGAWA T., « Attempts at monitoring health status in the home », *1st Annual International Conference On Microtechnologies in Medicine and Biology*, vol. 1, p. 52-556, 2000.
- [RIA 03] RIALLE V., LAMY J.-B., NOURY N., BAJOLLE L., « Telemonitoring of patients at home : a software agent approach », *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, vol. 72, n° 3, p. 257-268, 2003.
- [SIN 11] SINGER N., TROUILHET S., RAMMAL A., « Meta-monitoring using an adaptive agent-based system to support dependent people in place », *IJATS*, vol. 3, n°1, 2011, p. 39-51, IGI Global, Hershey – USA
- [TAM 98] TAMURA T., TOGAWA T., OGAWA M., YODA M., « Fully automated health monitoring system in the home », *Medical Engineering & Physics*, vol. 20, n° 8, p. 573-579, 1998
- [WIL 98] WILLIAMS G., DOUGHTY K., BRADLEY D. A., « A systems approach to achieving CarerNet - an integrated and intelligent telecare system », *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, vol. 2, n° 1, p. 1-9, 1998