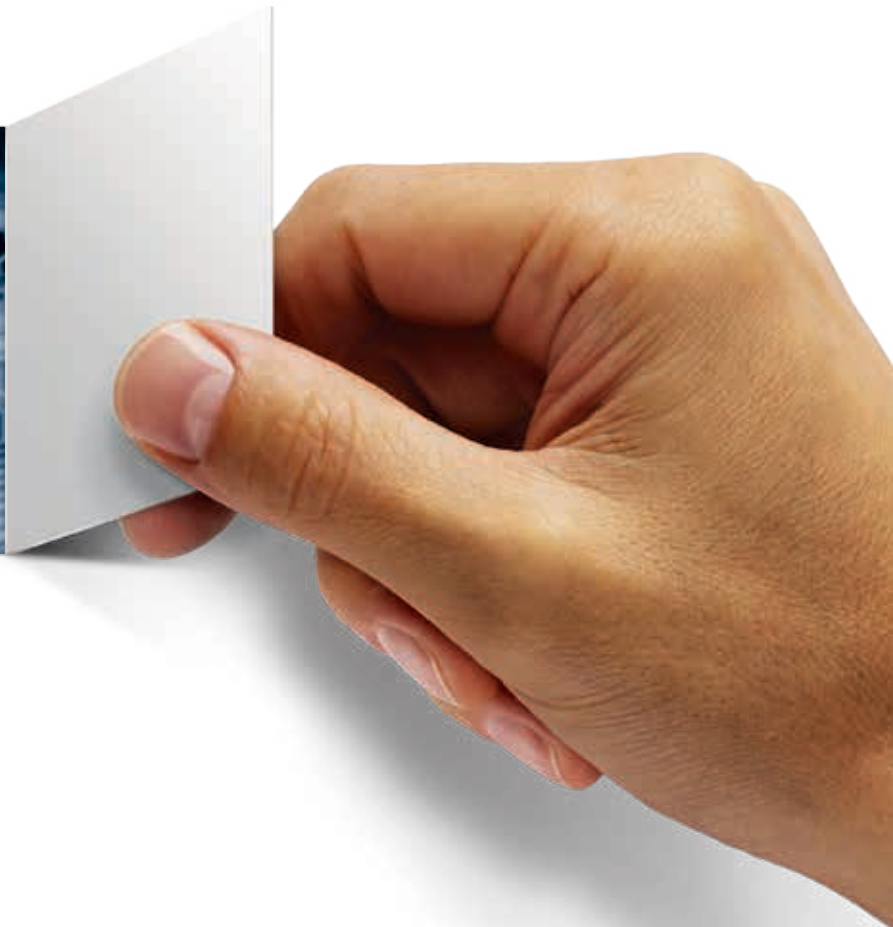


Conception et développement de systèmes de contrôle mieux adaptés aux besoins de l'utilisateur

Build it in.



Prof. Dr.-Ing. Christian Brecher
Dipl.-Ing. Markus Obdenbusch
Simon Sittig, Master en science
Laboratoire de machine-outil et
Ingénierie de Production (WZL) de
l'Université technique de Rhénanie-
Westphalie d'Aix-la-Chapelle

EATON

Powering Business Worldwide



Systèmes de contrôle intuitifs pour une meilleure commande des machines

Situation actuelle du marché

Au cours de ces dernières années, les systèmes de contrôle des environnements de fabrication sont devenus de plus en plus complexes. Néanmoins, les opérateurs sont souvent confrontés à des contrôles peu intuitifs et de nombreuses formations sont donc nécessaires. Cependant, le coût de la formation n'est pas le seul problème quant à la mise en œuvre de nouveaux concepts de contrôle. Il faut également tenir compte de l'évolution démographique et du vieillissement de la population. En fait, il est indispensable d'accorder une plus grande attention aux besoins des utilisateurs lors de la conception des interfaces utilisateur à cause des différences culturelles et des différences d'âge. En d'autres termes, le secteur industriel a besoin de systèmes de contrôle plus intuitifs, comme ceux qui sont déjà utilisés dans l'électronique des produits grand public.

Selon une étude de 2016, 95 % de tous les jeunes âgés de 12 à 19 ans possèdent un smartphone avec écran tactile et accès à Internet [FEIE16]. L'étude a également révélé que 50 % des salariés âgés de 18 à 31 ans et 40 % des salariés âgés de 32 à 45 ans pensent que les outils informatiques qu'ils utilisent dans leur vie privée sont supérieurs à ceux utilisés par leur employeur [GAJA13].

Dans le cadre d'une étude sur l'avenir du secteur manufacturier, l'institut Fraunhofer IAO a interrogé 661 entreprises au sujet des tendances actuelles [GANS13]. De toutes les entreprises qui ont admis que les réseaux sociaux joueraient un rôle plus important dans la production, 80 % étaient également d'avis que l'utilisation des appareils mobiles dans un but professionnel serait de plus en plus répandue. En outre, 73% des entreprises interrogées ont estimé que les appareils mobiles avaient un potentiel énorme en termes d'intégration de données de production, tandis que 47% d'entre elles ont affirmé que l'utilisation d'appareils mobiles

permettrait de réduire considérablement le travail de documentation. 72 % des entreprises ont également estimé que les interventions imprévues dans le contrôle de la production pouvaient être évitées grâce à la disponibilité d'informations plus opportunes. Enfin, 59 % des entreprises interrogées pensent que la détection de la plupart des erreurs au moyen de systèmes techniques - sans intervention humaine - est impossible. Dans un avenir proche, il y aura de plus en plus d'interactions homme-machine. Le rendement de telles interfaces sera encore plus important. En outre, l'utilisation généralisée des détecteurs permettra de tenir compte encore plus du contexte spécifique lors du traitement de l'information.

Les lacunes des systèmes de commande conventionnels des machines-outils

Système de saisie à touches

L'utilisation des contrôles traditionnels des machines-outils peut souvent causer des difficultés aux nouveaux utilisateurs. Ces systèmes disposent généralement de nombreux éléments d'interaction inutiles, et la surcharge d'information qui en résulte peut rapidement décourager les utilisateurs. En outre, en raison de la structure fonctionnelle des menus, il faut souvent accéder à plusieurs de ces menus pour accomplir une seule et unique tâche, chaque fonction devant être recherchée individuellement. L'illustration 1.2 indique par le biais de deux opérations ordinaires (compensation d'outil et programmation CN) les sauts répétés à effectuer entre les zones de saisie pour mener à bien une seule tâche. Les nouveaux utilisateurs ont tendance à exécuter leurs tâches plus lentement et leur cadence s'améliore en fonction de leur routine opérationnelle. Cependant, avec des commandes plus intuitives, les utilisateurs pourraient effectuer



Illustration 1.1 : Adapter les solutions du marché de consommation dans la fabrication

ces opérations plus rapidement, et ce dès la phase initiale de formation. Même les opérateurs expérimentés - qui savent où se trouvent les fonctions requises - ont tendance à perdre du temps pour y accéder, car les menus correspondants ont souvent de trop grands niveaux d'imbrication avec trop de boîtes de dialogue séparées. De plus, de nombreuses interfaces utilisateur sont stationnaires, ce qui signifie que l'information n'est pas toujours disponible là où elle est nécessaire (sur le lieu de l'interaction). Tous ces facteurs rendent difficile, voire impossible, l'exécution rapide des tâches et peuvent entraîner des coûts plus élevés.



Illustration 1.2 : Etapes de travail d'un système de commande standard fonctionnel [KOLS14]

Systèmes de saisie tactile

Les développements récents des systèmes de contrôle comprennent souvent l'intégration de dispositifs d'entrée tactiles. Cependant, ces dispositifs ne répondent pas toujours aux besoins des utilisateurs (comme par exemple pour saisir les commandes et les valeurs pour récupérer les informations directement). Par exemple, le simple fait d'avoir une vue oblique sur les écrans peut entraîner des erreurs de parallaxe. Les opérateurs peuvent ainsi omettre d'appuyer sur une des touches de l'écran. Il en va de même pour les dispositifs à faible résolution et/ou avec la vitesse de rotation du capteur tactile : on peut activer la fonction avoisinant celle souhaitée. De même, un écran tactile à faible résolution et luminosité peut également affecter négativement les fonctions de commande et de contrôle de l'appareil en question.

Aspects importants de la conception des systèmes de commande

Besoins des utilisateurs

La facilité et l'ergonomie font partie des éléments les plus importants pour bien concevoir des systèmes de commande. Il convient donc de tenir compte des facteurs suivants :

- Faciliter la récupération de l'information en assurant la localisation rapide des éléments pertinents
- Assistance et support au cours de la navigation
- La possibilité de personnaliser le système en fonction des préférences de l'utilisateur
- Adaptabilité aux différents niveaux d'expertise et d'expérience
- Protéger la vie privée et donner un sentiment de sécurité

Défis posés aux développeurs

L'acceptation des utilisateurs joue un rôle crucial dans le développement des interfaces utilisateur. Une bonne ergonomie, ce qui demande une grande attention aux aspects de la conception (design ultra-plat), vise à promouvoir l'acceptation des utilisateurs. Comme mentionné ci-avant, il est essentiel que les opérations puissent être exécutées avec des gants pour de nombreuses applications. De plus, l'utilisation de dispositifs, comme par exemple les poignées rotatives et les codeurs, permet d'améliorer considérablement le confort d'utilisation.

Le logiciel Galileo d'Eaton est une solution qui permet d'intégrer facilement de nouvelles interfaces utilisateur intuitives. Il offre des blocs graphiques et des fonctions prêts à l'emploi (gestion des alarmes et des recettes), des modèles de gestion des utilisateurs (utilisateurs avec droits de groupe) et la possibilité de changer de langue en temps réel (avec de nombreuses langues asiatiques). L'illustration 1.3 permet de comprendre son fonctionnement dans la pratique. Pendant que le logiciel génère des boîtes de dialogue uniformes, les outils fréquemment utilisés sont mémorisés par un assistant de logiciel et sont proposés à l'utilisateur. Enfin, l'environnement de développement Galileo permet également d'ajouter des modules individualisés avec l'utilisation de scripts personnalisés.

Dispositifs mobiles

Aujourd'hui, il est possible d'envoyer par e-mail et SMS des avertissements et des alertes sur les dispositifs mobiles. Les choses se compliquent toutefois quand il s'agit d'intégrer les dispositifs mobiles directement dans les processus et de les utiliser pour exécuter des commandes. En effet, ces appareils intelligents représentent certains des risques de sécurité les plus importants pour tout concept opérationnel. De plus, ces dispositifs, en particulier ceux qui sont repris directement du marché de consommation, se caractérisent souvent par une grande hétérogénéité (par ex. système d'exploitation de la marque du fournisseur, diverses tailles d'écran, capteurs). Cependant, une interface standardisée allant de pair avec un concept de sécurité global faciliterait leur intégration dans une large gamme d'applications.



Illustration 1.3 : Programmation graphique des interfaces utilisateur intuitives [Eaton]

Conception et développement de systèmes de contrôle mieux adaptés aux besoins de l'utilisateur

Lignes directrices et recommandations pour la conception

Pour développer des systèmes de commande adaptés aux besoins des utilisateurs, il faut se fier à l'expertise existante. La société VDI/VDE a élaboré un certain nombre de lignes directrices à cet égard, avec un accent particulier sur le développement de l'équipement technique. Le tableau ci-dessous contient ces lignes directrices ainsi que certaines recommandations provenant d'autres sources.

Liste des directrices	Description
VDI/VDE 3850 1ère partie : Développement des interfaces utilisateurs utilisables pour les installations techniques - Concepts, principes et recommandations fondamentales (2014)	Donne une description systématique des étapes nécessaires à la conception d'une interface utilisateur, ainsi que les principes à respecter dans ce domaine.
VDI/VDE 3850 2ème partie : Développement des interfaces utilisateurs utilisables pour les installations techniques - Dispositifs d'interaction pour les écrans (2002)	Définit les critères pour sélectionner les dispositifs d'interaction appropriés, en mettant l'accent sur les tâches, l'ergonomie et les conditions environnementales
VDI/VDE 3850 3ème partie : Développement des interfaces utilisateurs utilisables pour les installations techniques - Caractéristiques, conception et applications d'interfaces utilisateurs avec écran tactile (2015)	Apporte des stratégies de migration pour la transition vers les méthodes tactiles Explique comment combiner les écrans tactiles avec une variété de dispositifs de saisie (p. ex. touches, poignées/encodeurs rotatifs)
Recommandations	Description
Thèse de Kolster, « Handlungsorientierte, multimodale Werkzeugmaschinen-Benutzerschnittstellen » [« Interfaces utilisateur de machines-outils multimodales adaptées aux tâches »] (2014)	Etudie les utilisations potentielles des systèmes de commande multimodaux pour les machines-outils.
VDMA « Mobile, Tablettes, Applications & Co. » Groupe de travail, « App-Entwicklung für die Industrie – Grundlagen und Entscheidungshilfen » [« Développement d'applications à usage industriel - Principes de base et outils d'aide à la décision »] (2014)	Définit les critères pour sélectionner les dispositifs d'interaction appropriés, en mettant l'accent sur les tâches, l'ergonomie et les conditions environnementales.

Illustration 2.1 : Recommandations et lignes directrices pour le développement de systèmes de commande adaptés aux besoins de l'utilisateur

Paramètres clés pour concevoir une interface utilisateur

Lors de la conception d'une interface utilisateur, il existe plusieurs options pour susciter l'intérêt de l'utilisateur. Dans ce cadre, on peut distinguer les modes d'action et les modes de perception. Pour manipuler les interfaces utilisateurs, les modes de perception mis en oeuvre sont la vue, le son et le toucher. [KOLS14]. Quant aux modes d'action, ils doivent être choisis en vue d'une exécution rapide et de la séquence des actions. Les interfaces haptiques revêtent une importance particulière dans ce contexte, alors que l'acceptation par les utilisateurs des méthodes de saisie non tactiles (c'est-à-dire visuelles) est faible dans certaines applications, en particulier si elles sont liées à la sécurité.

Il existe quatre types d'information que les utilisateurs doivent traiter : l'information, les options, les confirmations et les variables de contrôle [KOLS14]. Les informations peuvent être regroupées et classifiées par codage, ce qui permet aux utilisateurs de les traiter plus rapidement. De plus, il est possible d'attirer l'attention de l'utilisateur avec des redondances (par ex. des indicateurs d'avertissement à plusieurs endroits) et/ou des canaux multidimensionnels (par ex. des alertes visuelles et sonores). Les différentes options incluent la couleur, la forme, le son, le toucher et l'animation. Pour plus de détails sur le codage de l'information et sur la signification des couleurs, veuillez vous référer à VDI/VDE 3850 Blatt 1.

S'orienter vers des interfaces utilisateur adaptées aux besoins des utilisateurs

Conception d'interfaces homme-machine utilisables : un processus itératif

Le développement d'interfaces homme-machine utilisables exige un processus itératif qui doit commencer par la planification des activités à effectuer. Le contexte d'utilisation de chaque groupe d'utilisateurs doit être compris et précisé. De plus, il est indispensable de questionner les utilisateurs. L'étape suivante consiste à spécifier les exigences d'utilisation, devant inclure les besoins de chaque utilisateur. La troisième étape vise à élaborer des solutions de conception qui sont adaptées aux exigences d'utilisation mais aussi à déterminer les différents groupes d'utilisateurs. Pendant la phase de développement, les solutions de conception mentionnées ci-dessus doivent être évaluées régulièrement du point de vue des utilisateurs [VDI14].

Codage de l'information :
Approche systématique, fondée sur les rôles pour transmettre l'information (affichage, acoustique, stimuli visuels, etc.)

Allier matériel et logiciel

Il est impossible d'exécuter toutes les opérations de saisie avec des systèmes de commande tactile. Certaines fonctionnalités critiques nécessitent des éléments de commande mécaniques, les éléments d'interaction liés à la sécurité étant les plus importants. En outre, certaines des opérations de saisie non-critiques favorisent l'utilisation d'éléments d'interaction mécaniques. Les codeurs rotatifs avec boutons-poussoirs intégrés en sont un exemple : non seulement ils permettent à l'utilisateur de saisir et de valider des valeurs exactes, mais ils sont également équipés de crans qui permettent une rétroaction haptique claire. En outre, les systèmes de commande de sécurité, tels que les systèmes d'arrêt d'urgence, doivent être déployés avec une connexion à deux canaux. Une des exigences d'utilisation les plus importantes pour les systèmes de commande tactile est la possibilité de les utiliser même en portant des gants. Dans les systèmes capacitifs courants, comme par exemple les dispositifs Eaton XV300 et XP500, la sensibilité est configurable grâce à des paramètres tactiles prédéfinis pour permettre la détection de la saisie et cela même si l'utilisateur porte des gants.

Facilité d'utilisation

La conception ergonomique d'un système doit se baser sur les tâches concrètes effectuées par l'utilisateur. Comme le soulignent les lignes directrices de la VDI, les trois principes suivants s'appliquent :

Facteurs de facilité d'utilisation	Description
La conception de la tâche	sert de base au processus de conception des boîtes de dialogue.
La conception de la boîte de dialogue	sert à optimiser les conditions dans lesquelles la tâche est menée à bien et les effets correspondants. Il est essentiel qu'aucune des tâches ne soit omise.
La conception de l'information	sert à optimiser l'affichage des informations. Cela comprend donc notamment, mais pas exclusivement : <ul style="list-style-type: none"> • Privilégier l'importance des informations individuelles • Regrouper les informations sur le même thème • Afficher les informations importantes dans plus d'un endroit • Un système de navigation intuitif et facile à utiliser • Garantir la compréhension et l'opération intuitive en utilisant des boîtes de dialogue avec des configurations similaires

Contexte d'utilisation : Le contexte d'utilisation d'une interface homme-machine (IHM) est constitué de l'utilisateur, des tâches, de l'équipement (matériel, logiciel, fournitures) mais aussi de l'environnement physique et social dans lequel l'IHM est utilisée.

Technologies innovantes pour les systèmes de commande adaptés aux besoins de l'utilisateur

Domaines d'application pour les dispositifs intelligents

Les dispositifs de commande mobiles existent déjà dans de nombreuses applications industrielles [MÜLL17]. Par exemple, les tablettes peuvent être utilisées pour contrôler des systèmes de manutention ou pour visualiser des ordres de fabrication dans le cadre du suivi des processus [KLET14]. Cela permet d'afficher les états des commutateurs, les données de processus et les messages d'état [HOFM14]. Par ailleurs, les montres intelligentes sont utilisées dans une variété d'applications, par exemple pour alerter les travailleurs au sein d'une usine automobile (par le biais de l'écran et de vibrations) si le véhicule sur lequel ils travaillent nécessite des mesures ou des matériaux spéciaux (par exemple, l'utilisation de vis spéciales)[BMW15]. Le projet Oculavis de l'Institut Fraunhofer pour la technologie de production (IPT) est l'une des nombreuses études qui évaluent l'utilité des lunettes intelligentes. Dans le cadre de ce projet, le personnel de la chaîne de production étant en formation utilise non seulement des lunettes intelligentes pour recevoir des informations sur les étapes de travail, les instructions de vérification ou les processus en cours (par exemple, les temps de préparation et de fabrication), mais aussi pour compléter les messages d'erreur avec des images, des vidéos et des enregistrements vocaux [OCUL16].

Dispositifs intelligents : Appareils électroniques mobiles sans fil qui sont équipés de divers capteurs (p. ex. gyroscope, caméra, NFC) et qui peuvent être facilement mis en réseau les uns avec les autres.

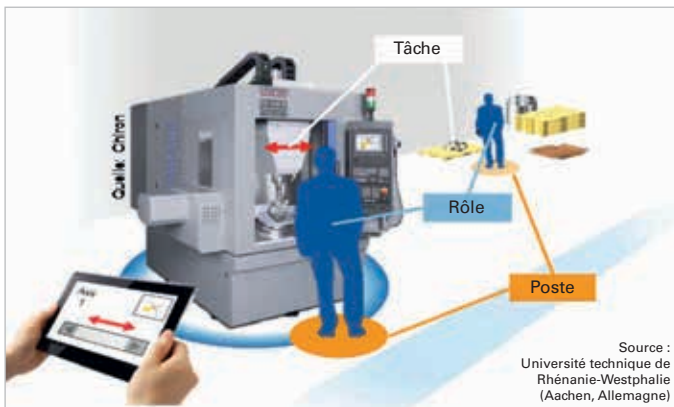


Illustration 3.1 : Des appareils intelligents pour développer les interfaces homme-machine

Systèmes de commande adaptés au contexte et aux besoins des utilisateurs

Le principe d'un système de commande adapté aux besoins de l'utilisateur repose sur la disponibilité ininterrompue de toutes les informations et interactions. Les dispositifs de commande mobiles permettent d'atteindre cet objectif. Le débit d'informations issu de l'interaction des moyens et des tâches de production doit être filtré et canalisé pour s'assurer que seules les informations indispensables à la tâche soient envoyées à l'utilisateur (voir illustration 3.2). En principe, les utilisateurs disposeront ainsi de toutes les informations nécessaires à la réalisation d'une tâche spécifique. Pour communiquer ces informations correctement, il est nécessaire de bien comprendre le contexte d'utilisation (illustration 3.1 et illustration 3.2).

Pour cela, chaque utilisateur est affecté à un groupe d'utilisateurs, autrement dit son « rôle ». Les tâches spécifiques à chaque rôle sont décrites dans le profil correspondant. Ainsi, les informations relatives à chaque tâche peuvent être attribuées de manière spécifique au rôle. Pour réduire encore davantage le besoin en information, un niveau contextuel supplémentaire peut être ajouté sous la forme d'un lieu d'interaction (position). Le système (la machine ou l'installation) est alors en mesure - compte tenu du rôle, de la tâche et de la position spécifiques - de soutenir activement les utilisateurs en fonction de leurs besoins en information spécifiques à un moment donné. [BREC16].

Il convient donc d'intégrer trois aspects dans la description contextuelle :

- Le rôle de l'utilisateur (pour définir les permissions/l'accès à l'interface)
- La tâche de l'utilisateur qui est en cours (pour soutenir les boîtes de dialogue adaptées aux tâches)
- L'emplacement physique de l'utilisateur

Enfin, les boîtes de dialogue doivent être configurées pour que la densité de l'information et le mode d'affichage soient parfaitement adaptés au type d'interface homme-machine utilisé. De plus, à condition que la fonctionnalité et la facilité d'utilisation n'en soient pas affectées, il est possible d'intégrer des paramètres spécifiques à l'utilisateur qui permettent de personnaliser l'apparence de l'interface en fonction des besoins individuels (p. ex. modification de la taille de la police). Le diagramme de l'illustration 3.3 reprend les principes clés pour concevoir des boîtes de dialogue contextuelles. Dans les sections suivantes, vous en saurez plus sur ces principes dont l'importance sera mise en relief à l'aide de nombreux exemples.

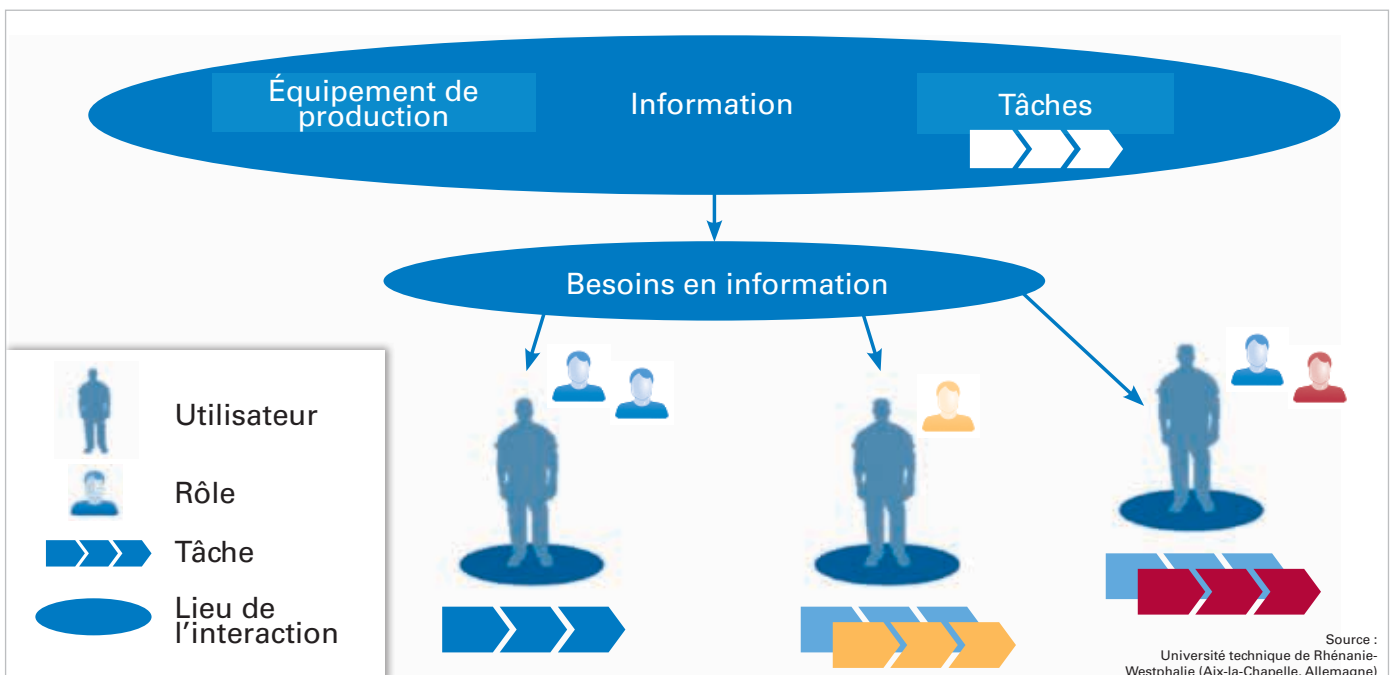


Illustration 3.2 : Besoins en information dépendant du contexte

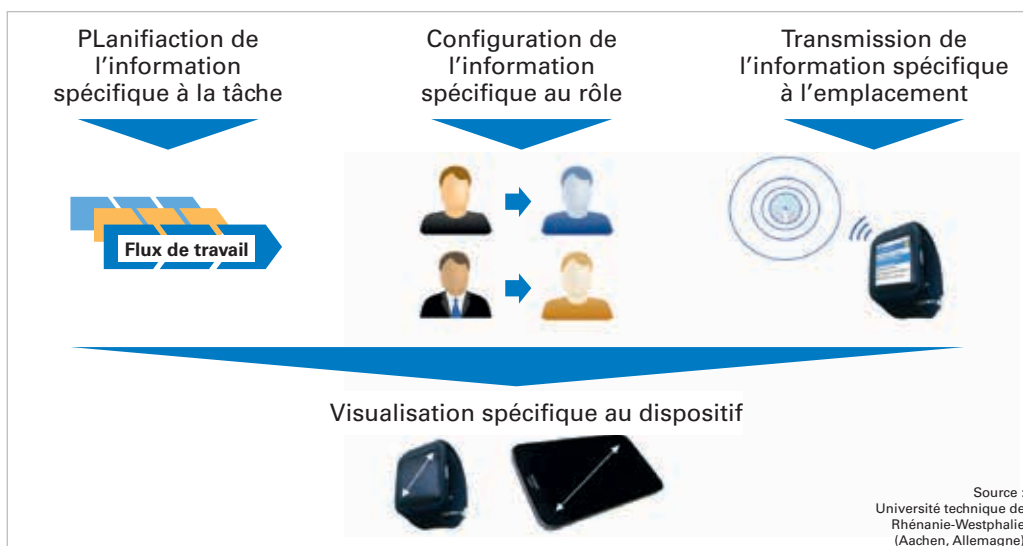


Illustration 3.3 :
Conception de la boîte de dialogue spécifique au contexte

Extension graduelle des informations d'une tâche donnée

Une tâche est souvent constituée de plusieurs étapes, parfois séquentielles, que l'utilisateur exécute dans l'ordre requis. En cas de processus répétitifs pouvant être standardisés, les différentes étapes doivent être reproduites dans le système de commande, notamment avec des boîtes de dialogue adaptées à la tâche qui reflètent les flux de travail spécifiques à la tâche. L'avantage de cette approche, c'est que les utilisateurs sans expérience et sans formation sont eux aussi en mesure d'exécuter des processus complexes dans le bon ordre, sans avoir à rechercher les fonctions adéquates. Les utilisateurs avertis peuvent également tirer profit d'une telle approche, comme le montre l'exemple suivant. Dans les processus de production quotidiens, les opérateurs de machines se trouvent souvent à une certaine distance de la machine pour exécuter d'autres tâches. Dans ce contexte, les montres intelligentes permettent aux opérateurs de contrôler la machine à distance et de recevoir des notifications concernant les prochaines étapes du processus, pour lesquelles ils peuvent ainsi se préparer (voir illustration 3.4).

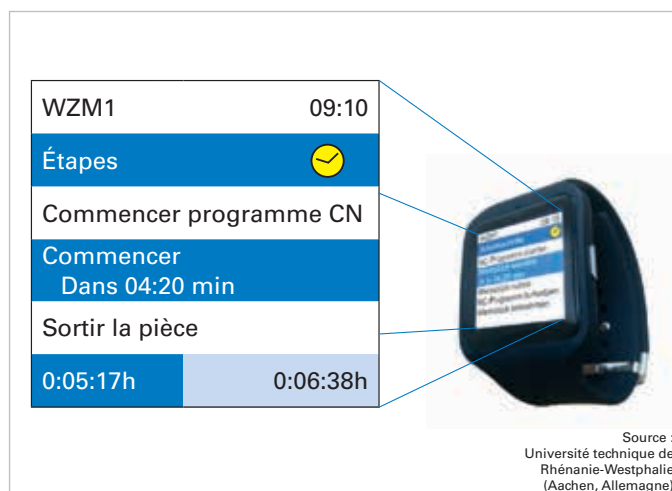
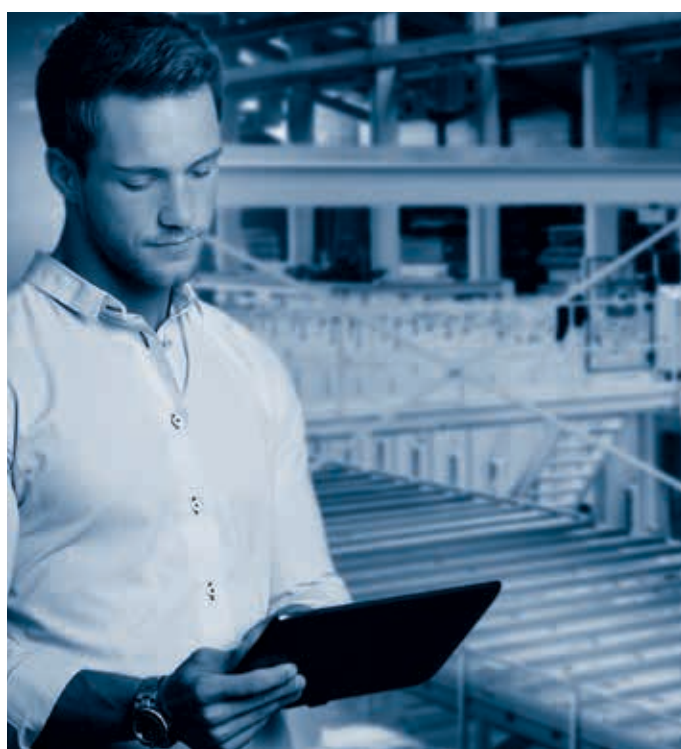


Illustration 3.4 : Boîte de dialogue adaptée à la tâche pour interface utilisateur [BREC16]



Configuration des informations spécifiques aux rôles

L'expression « configuration spécifique au rôle » fait référence à la configuration des boîtes de dialogue pour les utilisateurs spécifiques. Leur configuration peut être plus ou moins détaillée et leur accessibilité peut s'étendre à différents types de dispositifs. C'est ce à quoi l'illustration 3.5 fait référence avec l'exemple d'une boîte de dialogue comportant plusieurs étapes de travail. Si l'accès au système de commande se fait via Internet, seule une sélection limitée de boîtes de dialogue sera disponible pour des raisons de sécurité. De cette façon, l'accès aux boîtes de dialogue est limité au strict nécessaire. L'environnement de développement offert par le logiciel Galileo permet de programmer des boîtes de dialogue dont la disponibilité est limitée à certains rôles. Par exemple, l'accès web aux sections confidentielles de l'interface utilisateur peut être ainsi bloqué. De plus, il est possible de configurer les interfaces de façon à ce que les utilisateurs web aient accès à une page d'accueil différente de celle des utilisateurs qui se connectent au système sur place.

Intégrer des informations spécifiques à l'emplacement

Pour avoir une description détaillée du contexte d'utilisation, il faut aussi donner des informations sur l'emplacement de l'utilisateur. Ces informations permettent d'activer automatiquement des boîtes de dialogue spécifiques à la zone dans laquelle pénètre l'utilisateur. Par exemple, les techniciens de service peuvent savoir au moyen d'une montre intelligente si la machine-outil dont ils s'approchent est défectueuse. Les données correspondantes (par ex. le journal d'erreurs) s'affichent ensuite sur le dispositif intelligent pour déclencher la réponse appropriée.

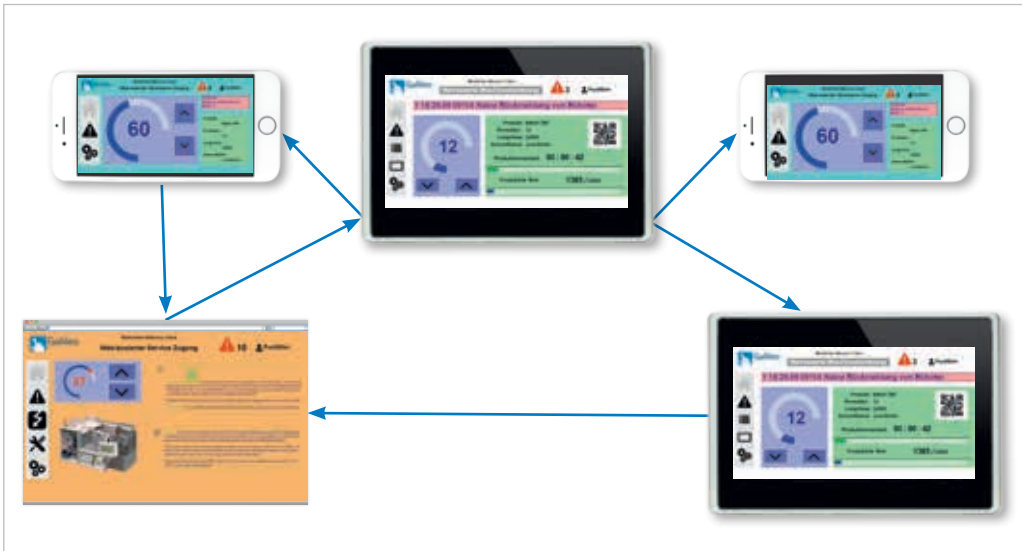


Illustration 3.5 : Droits d'accès différents pour les fonctionnalités / les flux de travail

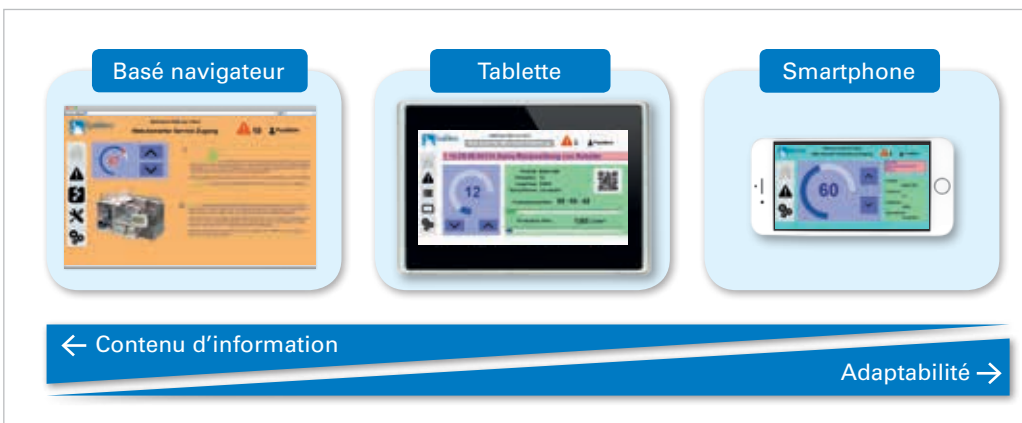


Illustration 3.6 : Visualisation des boîtes de dialogue selon le dispositif

Il est également possible de configurer des notifications spécifiques à l'emplacement. En d'autres termes, l'activation ou la désactivation des notifications est possible pour une zone prédéterminée. Pour éviter les notifications superflues, il est possible par exemple de configurer l'alarme vibrante d'une montre intelligente pour qu'elle se déclenche uniquement lorsque l'utilisateur se trouve auprès d'une autre machine. De même, il est nettement plus facile de localiser les outils et les matériaux auxiliaires si le système connaît leur emplacement. Une option consiste à utiliser iBeacons, qui repose sur la norme Bluetooth Low Energy (BLE) largement utilisée.

Visualisation adaptée au dispositif spécifique (conception GUI)

Une fois les données relatives à un contexte d'utilisation spécifique recueillies, l'étape suivante consiste à permettre à l'utilisateur d'accéder aux informations de la manière la plus efficace possible, dans les limites des paramètres techniques existants. Bien qu'il soit possible de transmettre des notifications nécessitant l'attention immédiate de l'utilisateur grâce à l'alarme vibrante d'une montre intelligente, l'écran de petite taille de ladite montre ne permet d'afficher que peu d'informations. Les tablettes, en revanche, disposent d'un écran beaucoup plus large qui permet d'afficher des notifications très détaillées. Cependant, il faut avoir au moins une main de libre pour pouvoir les utiliser.

Si la visualisation est réalisée avec un design adapté, le contenu et les dimensions de l'interface graphique peuvent être ajustés automatiquement au format d'affichage correspondant. Bien entendu, cela nécessite la détection des dispositifs appropriés. Dans le cas des systèmes basés sur les navigateurs (comme par exemple les appareils XV300 d'Eaton), l'utilisation de la norme ouverte HTML 5.0 est un choix particulièrement judicieux, car presque tous les navigateurs sont pris en charge. Pour comprendre pourquoi la mise à l'échelle est nécessaire, référez-vous à l'illustration 3.6 qui représente la même boîte de dialogue vue à partir de différents appareils. Plus l'écran est petit, plus la densité d'information possible est faible, alors que la flexibilité d'utilisation diminue avec une taille plus grande.

iBeacon : une technologie de localisation prometteuse

D'abord utilisé dans l'électronique grand public, le système iBeacons est devenu un outil commun pour conquérir de nouveaux clients, les fidéliser et évaluer leur comportement d'achat. Un petit émetteur envoie des informations uniques (identifiant universel unique - UUID, Major ID, Minor ID), qui sont ensuite évaluées par une application installée sur le périphérique récepteur. L'intensité du signal permet de recueillir des informations supplémentaires vis-à-vis de la distance par rapport à l'émetteur. Puisque ce processus est pris en charge par iOS7 (et versions ultérieures) ainsi que par Android 4.3 (et versions ultérieures), il est compatible avec une large gamme de dispositifs intelligents [KÖHN14].

Applications disponibles

Le système iBeacons peut être intégré dans les systèmes de suivi des bagages au sein des aéroports ; il permet de venir en aide aux passagers pour trouver la bonne ligne d'autobus au sein d'un réseau de transports en commun, et il peut également fournir des informations sur les différentes salles de classe au sein d'un campus universitaire. De plus, en navigation d'intérieur, le système iBeacons est utilisé pour indiquer les voies d'évacuation [XHAF15], alors que les bracelets iBeacon permettent au personnel hospitalier d'identifier automatiquement leurs patients au sein de l'hôpital [PATR15]. Les restaurateurs, quant à eux, peuvent prendre les commandes via une application iBeacon grâce à laquelle le repas est servi toujours à la bonne table. Le système iBeacons est également bien adapté aux applications Smart Home, qui sont de plus en plus populaires et comprennent, par exemple, les fonctions de contrôle automatique de l'éclairage et des serrures. [MAIN15].

En ce moment même, iBeacons est de plus en plus utilisé dans les environnements industriels. Il s'agit par exemple d'applications qui détectent automatiquement des machines spécifiques, qui permettent de stocker des documents, des images et des vidéos et qui déterminent l'emplacement [WITT15]. Un certain nombre d'autres applications peuvent

être envisagées, par exemple en ce qui concerne la maintenance, les tâches de service, l'étiquetage et le suivi des produits. Dans le contexte industriel, la navigation (d'intérieur) via iBeacons facilite également la localisation des ressources (outils, bâtiments, parkings pour les livraisons). Une autre application possible consiste à désigner certaines zones dans lesquelles les utilisateurs sont automatiquement connectés ou déconnectés, ou dans lesquelles certaines fonctionnalités d'une application sont automatiquement activées ou désactivées.

Risques et perspectives

Le protocole iBeacon repose sur la technologie BLE, dont la consommation d'énergie est très faible. Comme le système ne dépend pas du réseau WLAN, les barrières à l'entrée sont également peu élevées pour les entreprises qui cherchent à le déployer.

En termes de protection des données, il convient d'identifier trois risques principaux [TAY16] : l'usurpation d'identité (l'acquisition et la duplication des données iBeacon), le déni de service (surcharge de batterie à cause de demandes en masse) et le détournement (manipulation des données iBeacon par des tiers). Les fournisseurs de systèmes s'efforcent de minimiser ces risques à l'aide de différentes méthodes (par exemple en utilisant une connexion sécurisée, en limitant les délais de configuration, ou bien en établissant des listes noires). Il devrait s'agir d'un critère important dans le choix du système approprié.

Exemples de systèmes de commande mobiles et spécifiques au contexte

Dans cette section, les deux exemples sont destinés à illustrer comment la conception des systèmes de commande peut être réalisée d'une manière contextuelle. Les exemples sont tirés d'un projet de recherche public dont l'objet était l'utilisation des interfaces homme-machine innovantes intégrées aux machines de production [MAXI16].

Exemple 1 : Contrôle à distance

La montre intelligente permet aux opérateurs de contrôler à distance le processus de production et de recevoir des notifications d'éventuelles défaillances, même s'ils ne se trouvent pas à proximité immédiate de la machine en question.

Exemple 2 : Changement d'outil

Un système mobile peut assister l'utilisateur lorsque celui-ci s'occupe du chargement manuel des outils dans le magasin. Si un programme d'usinage a été lancé et que l'utilisateur s'approche du magasin avec le dispositif de commande mobile en main, le système de commande offre automatiquement la possibilité de basculer dans le flux de travail « Chargement/déchargement du magasin d'outils ». Le système fournit ensuite des orientations étape par étape, et ce tout au long du processus de changement d'outils, y compris des informations pour indiquer les outils nécessaires au programme sélectionné et ceux à charger.

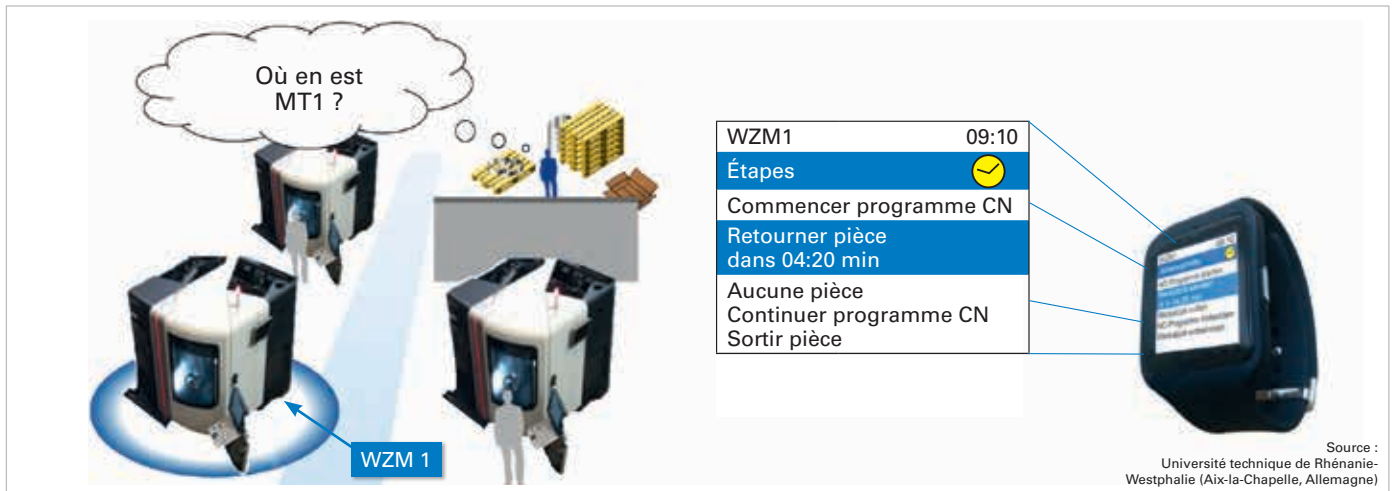


Illustration 3.7 : Des dispositifs intelligents pour contrôler à distance la machine-outil [BREC16], [MAXI16]

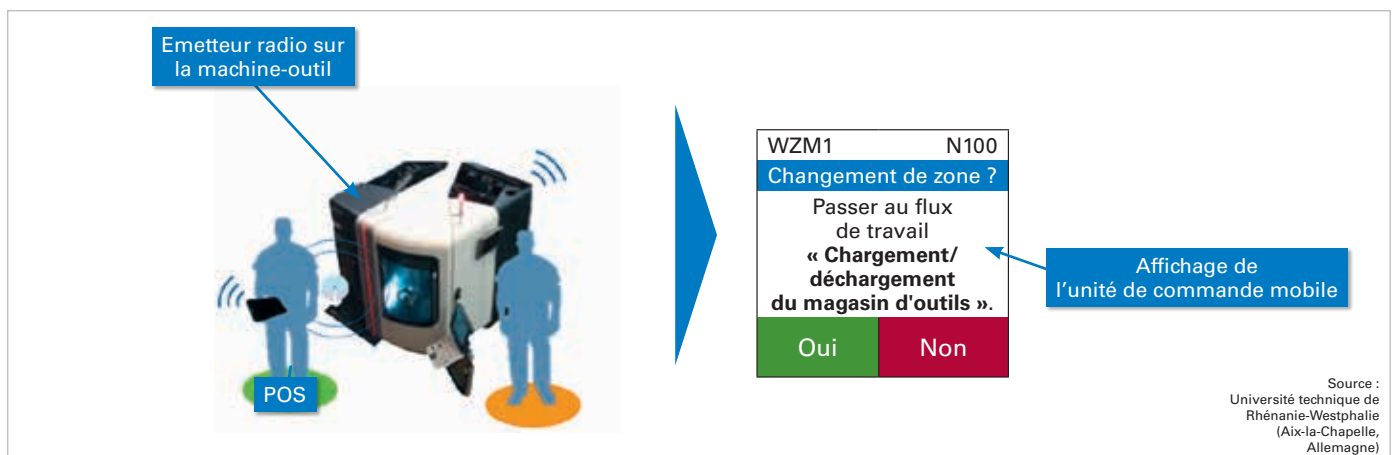


Illustration 3.8 : Les informations affichées varient selon l'emplacement physique de l'utilisateur [MAXI16]

Étapes conduisant à Industrie 4.0

Beaucoup des problèmes mentionnés ci-dessus ont déjà été abordés globalement dans le cadre du marché de la consommation. Les technologies et les systèmes disponibles se caractérisent aujourd'hui par une facilité d'utilisation intuitive et un niveau de barrières à l'entrée peu élevé en termes d'installation et de formation des utilisateurs. Par conséquent, ces technologies ont le potentiel de concrétiser les paradigmes d'Industrie 4.0 dans les procédés de fabrication également. Il convient à cet égard de tenir compte des points suivants :

Middleware : Composant au sein d'un système complexe pour échanger des données et commuter des appels entre des composants logiciels découplés (ex. commande de machine-outil)

- Se focaliser sur le maintien d'un haut niveau de cohérence des données (par ex. en utilisant des modèles d'information génériques, des interfaces uniformisées et des protocoles de transfert uniformisés comme OPC UA).
- Utiliser des services cloud et des solutions middleware optimisées pour implémenter avec efficacité des applications mobiles et les flux de données correspondants.

Utiliser le cloud pour une plus haute disponibilité des données

Pour toutes les applications mentionnées ci-dessus, il faut déterminer les emplacements à partir desquels les données contextuelles de chaque rôle seront accessibles. Si la tâche à accomplir requiert la commande de plusieurs machines, le panneau de commande d'une machine ne peut pas à lui seul fournir toutes les données nécessaires (spécifiques à l'emplacement). Dans un tel cas, un système de niveau supérieur est alors nécessaire pour l'administration et la fourniture des données. Les tâches qui doivent être coordonnées de l'extérieur, par exemple au moyen de nouvelles commandes de travail, sont soumises aux mêmes exigences. La répartition dynamique des tâches entre les différents rôles nécessite donc une architecture de système capable de fournir les informations nécessaires aux différents dispositifs et équipements.

Lorsque la répartition des tâches se limite à des rôles qui se situent dans l'environnement de fabrication immédiat, une infrastructure locale utilisant des serveurs distincts et une connexion WLAN mobile est en général la meilleure solution à adopter. Les flux de travail spécifiques nécessitent toutefois de plus en plus l'intégration de prestataires de services externes [WERK17]. Dans certains cas, seuls des fournisseurs externes sont en mesure de réparer les machines. Il est préférable dans de tels cas de réaliser le contrôle des tâches via une infrastructure cloud pour faciliter l'intégration des rôles externes. Ces rôles externes se verront attribuer un besoin d'information limité. En tant que tels, les fournisseurs de services externes ne recevront que les mises à jour d'état, les avertissements et les alertes nécessaires à la maintenance des machines dont ils sont responsables. En cas de maintenance prédictive, le fournisseur de services externe peut décider de manière autonome, en se basant sur les données disponibles, s'il est nécessaire d'intervenir pour assurer le fonctionnement continu de la machine et si des pièces de rechange sont nécessaires.

OPC UA : Une norme universelle de communication

La mise en place de réseaux efficaces et multiplateformes qui facilitent l'enregistrement et la transmission de données, par exemple aux interfaces utilisateurs (mobiles), n'est possible qu'à l'aide de technologies de communication appropriées. C'est dans ce but que la norme internationale d'échange de données OPC UA a été mise au point, pour faciliter la communication entre les différents composants d'un système mais aussi entre des systèmes entiers, indépendamment du fabricant ou de la plateforme concernée [DEIR15]. Pour promouvoir et développer cette norme universelle, des entreprises comme National Instruments, General Electric et Eaton ont créé la Fondation OPC, un centre de savoir communautaire dont le nombre de membres ne cesse d'augmenter [OPC16].

Applications disponibles

OPC UA assure le transfert cohérent des données entre le terrain (lecteurs RFID ou capteurs, par exemple), les machines individuelles et les systèmes de niveau supérieur pour la planification des commandes et des ressources (systèmes ERP, par exemple). Dans le cadre du pôle d'excellence de financement public « Technologie de production intégrative pour les pays à haut salaire », l'Université technique de Rhénanie-Westphalie a mis en place un laboratoire d'automatisation intelligent. Dans ce laboratoire, OPC UA est utilisé pour le contrôle des processus et la coordination des systèmes de divers fabricants, pour que les commandes productives des systèmes d'automatisation soient efficaces et flexibles [WZL16].

Afin de concilier les diverses exigences des différents secteurs, la définition d'une norme peut être élargie, conformément aux normes existantes par secteur, pour préserver les termes, les unités et les processus établis au sein d'un domaine spécifique [DEIR15]. Par exemple, la Fondation OPC travaille en collaboration avec AutomationML pour optimiser l'échange de données relatives à la conception et aux opérations [AUTO17]. De même, il existe des extensions spécifiques au secteur pour l'industrie alimentaire et de l'emballage (OMAC, PackML)[OMAC17]. La Fondation OPC a publié un recueil complet d'histoires de réussite dans lequel figurent les entreprises qui ont adopté la norme OPC UA [OPCF15].

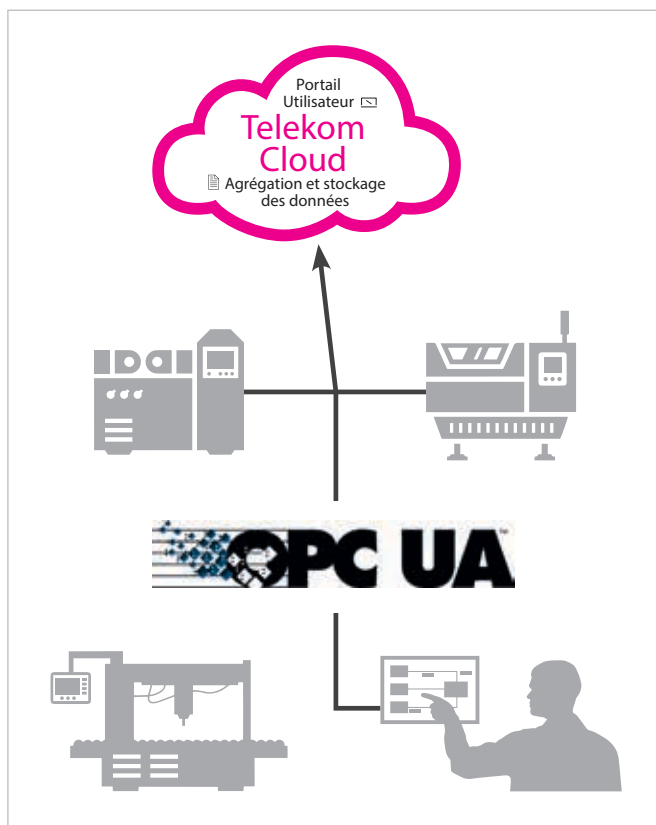


Illustration 4.1 : Représentation d'un système Cloud. Deux types de machines transfèrent les données vers le cloud. L'accès aux données est ainsi possible à partir de n'importe quel emplacement et la transmission d'alertes de notification par différents moyens (courriel, SMS).

Comment fonctionne ce protocole ?

OPC UA repose sur une architecture orientée services qui facilite l'échange des composants de messages, que ce soit par TCP/IP ou par les services web, et ce selon le modèle client-serveur. A ce stade, neuf ensembles de services basiques (services) qui répondent aux exigences générales de communication des interfaces (par ex. la configuration d'une connexion utilisateur avec une application, la lecture et l'écriture de valeurs, la configuration de valeurs de référence) sont disponibles. Les modèles OPC UA génériques permettent de mapper des informations générales (par ex. les fonctionnalités de base, telles que les alertes ou les variables pour les signaux de capteurs et les valeurs analogiques). Ils expliquent non seulement les données, mais aussi leur signification et leur contexte sémantique (par ex. « L'unité de refroidissement a un capteur de température et un voyant lumineux qui s'allume lorsque la température dépasse la valeur seuil »). Les spécifications standard peuvent être complétées par ce que l'on appelle des spécifications complémentaires afin de répondre aux besoins spécifiques de certaines applications ou de certains secteurs d'activité (par exemple, la programmation des systèmes de commande, la mise à disposition de données machine, la configuration d'appareils de terrain). Les règles de modélisation permettent l'intégration de tout système physique au sein d'un modèle conforme à OPC UA [DEIR15].

OPC : Ouverture, Productivité, Collaboration

UA : Architecture Unifiée

Les avantages du protocole OPC UA

En tant que norme de communication indépendante du fabricant, OPC UA répond aux exigences de la norme Industrie 4.0, qui exige l'intégrité des données et des transferts, l'indépendance de la plate-forme, l'évolutivité, une communication ad-hoc pour les fonctions plug & produce et la capacité d'afficher des structures de données complexes. Il permet de représenter et de transmettre des données, mais aussi de donner leur contexte spécifique (sémantique). Les modèles spécifiques à l'industrie et la compatibilité avec les normes reconnues, y compris PLC Open et ISA 95, permettent de réduire les coûts de configuration et de développement et donc de réduire les barrières à l'entrée. Enfin, le fait que l'OPC UA soit une norme CEI permet de vérifier, à l'aide des outils appropriés, si les solutions système basées sur l'OPC UA sont réellement conformes à la norme. Grâce à sa conception ouverte, OPC UA représente une étape importante pour la mise en œuvre d'Industrie 4.0. En même temps, elle apporte une contribution importante à la meilleure disponibilité des informations dans chaque contexte d'utilisation et jette les bases du développement et de la mise en œuvre de systèmes de contrôle plus souples et intuitifs.

Remerciements

Plusieurs des exemples de ce livre blanc appliquent des directives développées au Laboratoire de machines-outils (WZL) de l'université technique de Rhénanie-Westphalie d'Aix-la-Chapelle dans le cadre du projet de recherche MaxiMMI (FKZ: 16SV6223K). C'est pourquoi nous tenons à remercier tout particulièrement le laboratoire WZL pour ces informations et ces données.

Références

- [AUTO17] AutomationML : AutomationML La partie 3 est la norme internationale.. URL : <https://www.automationml.org/o.red.c/news-197.html>
- [BMW15] BMW : BMW s'appuie sur le soutien des montres connectées lors des travaux d'assemblage. URL: <https://www.smartwatch.de/news/bmw-setzt-bei-der-montagearbeit-auf-unterstuetzung-von-smartwatches/>. [Stand: 07.09.2016]
- [BREC16] Brecher, C.; Sittig, S.; Hellig, T.; Obdenbusch, M.: Approche d'un concept d'exploitation spécifique au site et centré sur l'homme pour les machines-outils sur la base de l'application et de la fourniture d'informations dépendant de la situation. Dans : Congrès du printemps-GfA(Hrsg.) : Travailler dans des systèmes complexes - numériques, en réseau, humains ?! Dortmund, Dortmund : GfA-Press, 2016
- [DEIR15] Deiretsbacher, K.-H.; Mahnke, W. : Technologie OPC UA en détail. Dans: Burke, T. J. (Hrsg.) : OPC Unified Architecture. o.J.
- [FEIE16] Feierabend, S., Plankenhorn, T., Rathgeb, T. : Jeunesse, Information, Multimédias: : Association de recherche en éducation des médias du Sud-ouest,, 2016
- [FRAU16] Fraunhofer IPT : Les lunettes de réalité augmentée utilisées pour la première fois en production URL: <https://www.qz-online.de/news/uebersicht/nachrichten/datenbrillen-erstmal-in-der-produktion-im-einsatz-1305075.html>
- [GAJA13] Gajar, P.K., Ghosh, A., Rai, S : Apportez votre propre appareil (BYOD): Risques de sécurité et stratégies d'atténuation. Dans : Journal of Global Research in Computer Science. 4. Jg., 2013, Nr. 4, S. 62–70
- [GANS13] Ganschar, O. : Travail de production du futur - Industrie 4.0. Stuttgart : Fraunhofer Verl., 2013
- [HOFM14] Hofmann, M. : Bei Überlast warnt das Tablet. URL : . [Stand : 08.09.2016]
- [KLET14] Kletti, J. : Smarte Applikationen bieten schnelle und unkomplizierte Unterstützung. In : VDMA Verlag GmbH (Hrsg.) : Fertigungsnahe Informationstechnik, 2014
- [KÖHN14] Köhne, M.; Sieck, J. : Location-Based Services with iBeacon Technology. In : Al-Dabass, D. (Hrsg.): 2014 2nd International Conference on Artificial Intelligence, Modelling and Simulation (AIMS). Piscataway, NJ : IEEE, 2014, S. 315–321
- [KOLS14] Kolster, D. : Des interfaces utilisateur orientées vers l'action et multimodales. (Reihe: Edition Wissenschaft. Bd. Bd. 2014,23). 1. Aufl. Aufl. Aachen : Apprimus-Verl., 2014
- [MAIN15] Mainetti, L.; Mighali, V.; Patrono, L. : Un écosystème centré sur l'utilisateur basé sur IoT pour les environnements de maison intelligente hétérogènes. Dans: : 2015 IEEE International Conference on Communications (ICC). Piscataway, NJ : IEEE, 2015, S. 704–709
- [MAXI16] MaxiMMI - Öffentliches BMBF-Forschungsprojekt : Systèmes d'exploitation multimodaux orientés sur les tâches pour une interaction homme-machine flexible et centrée sur l'utilisateur des machines de production. URL: <http://www.maximmi.de/de/default.html>. [Stand: 16.02.2017]
- [MOCK16] Mock, M.; Seel, C. : Services basés sur la proximité. Dans: Barton, T.; Müller, C.; Seel, C. (Hrsg.) : Applications Mobiles dans les Entreprises. (Série: Informatique Appliquée). Berlin : Springer Vieweg, 2016, S. 27–47
- [MÜLL17] Müller, G. : Surveiller l'usine industrielle via les montres connectées. Dans : Mobile Business, 2017
- [OCUL16] Oculavis GmbH : Lunettes de réalité augmentée utilisées pour la première fois en production. URL: <https://www.oculavis.de/>
- [OMAC17] OMAC : L'organisation pour l'automatisation et le contrôle des machines. URL: <http://omac.org/about-omac/>. [Stand: 21.02.2017]
- [OPC16] OPC Connect : Nouvelles et opinions de la Fondation OPC. URL: <http://opcconnect.opcfoundation.org/2016/12/presidents-column-2/>
- [OPCF15] OPCFoundation : OPC Unified Architecture, 2015
- [PATR15] Patrizia Susanna Zehnder, Johannes Gnägi, Patrick Hirschi, Michael Lehmann, Jürgen Holm : L'identification du patient 2.0. In : Swiss Medical Informatics, 2015, Nr. 31, S. 1–9
- [TAY16] Tay, H. J.; Tan Jiaqi; Narasimhan, P. : Une enquête sur les vulnérabilités de sécurité dans Bluetooth Low, 11/2016
- [VDI14] (2014). Conception utilisable des interfaces utilisateur pour les systèmes techniques, principes et recommandations de base
- [WERK17] WerkbliQ GmbH : Plate-forme pour une maintenance intelligente complète et une gestion de service. URL: <http://www.werkbliq.de/>
- [WITT15] Witte, H. : Futures balises technologiques - c'est l'avantage de l'industrie et du commerce. URL: <http://www.cancom.info/2015/03/beacons-so-geht-der-handel-der-zukunft/>
- [WZL16] WZL der RWTH Aachen : Smart Automation Lab. URL: http://www.smartautomationlab.de/_C1257D85002DEDEF.nsf/html/de_588a406d3cd9d09ec1257d850055ad85.htm
- [XHAF15] Xhafa, F. (Hrsg.) : 2015 International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems (INCoS). Piscataway, NJ : IEEE, 2015

Chez Eaton, nous sommes déterminés à répondre aux besoins énergétiques d'un monde de plus en plus exigeant. Forts de notre expérience de plus de cent ans dans le domaine de la gestion de l'énergie électrique, nous disposons de l'expertise nécessaire pour satisfaire les besoins de demain. Qu'il s'agisse de produits révolutionnaires, de conception clés en main ou de services d'ingénierie, les industries essentielles du monde entier comptent sur Eaton.

Nous fournissons aux entreprises des solutions de gestion de l'énergie électrique fiables, efficaces et sûres. Notre service personnalisé, notre assistance et notre inventivité nous permettent de répondre aujourd'hui aux besoins de demain. Suivez la charge avec Eaton. Consultez **eaton.eu**.



Pour contacter un représentant commercial de Eaton ou un agent / distributeur local, veuillez consulter **www.eaton.eu/electrical/customersupport**