



HAL
open science

Cartographie rapide d'un plan dans l'espace à l'aide d'une Kinect

Jean Rioult, Marc Heddebaut, Sebastien Ambellouis, Amaury Flancquart,
Virginie Deniau

► **To cite this version:**

Jean Rioult, Marc Heddebaut, Sebastien Ambellouis, Amaury Flancquart, Virginie Deniau. Cartographie rapide d'un plan dans l'espace à l'aide d'une Kinect. CEM 2014, 17e Colloque International et Exposition sur la Compatibilité Electromagnetique, Jun 2014, France. 4p. hal-01061343

HAL Id: hal-01061343

<https://hal.science/hal-01061343>

Submitted on 5 Sep 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CARTOGRAPHIE RAPIDE D'UN PLAN DANS L'ESPACE A L'AIDE D'UNE KINECT™.

J. Rioult, M. Heddebaut, S. Ambellouis, A. Flancquart, V. Deniau

IFSTTAR, 20 rue Elisée Reclus 59666 Villeneuve d'Ascq, jean.rioult@ifsttar.fr

Résumé. Aujourd'hui, pour référencer un point de mesure dans l'espace, nous devons repérer et noter précisément sa position. Nous devons également associer aux données enregistrées un maximum d'informations afin de pouvoir restituer l'expérimentation en temps différé, lors de la phase d'analyse. Le système décrit dans cette contribution permet de s'affranchir de la plupart de ces contraintes. Il exploite un capteur de stéréovision qui situe automatiquement le capteur de mesure dans l'espace et associe les données d'environnement correspondantes. Nous pouvons ainsi acquérir rapidement une grande quantité de points de mesure pour réaliser une cartographie complète de champ, par exemple. Celle-ci sera documentée automatiquement. Du fait de la présence d'une grille virtuelle de mesure, ce nouveau dispositif améliore la répétabilité de la mesure.

I. DISPOSITIF ACTUEL ET OBJECTIF DU NOUVEAU SYSTEME DE MESURE.

Actuellement, pour scanner un plan ou une surface dans l'espace, le procédé le plus employé consiste à utiliser un scanner mécanique à balayage comportant 2 ou 3 axes et comprenant une partie puissance ainsi qu'une interface de commande.

Différents scanners mécaniques 2D sont ainsi commercialisés notamment par la société NSI-NearField. Ces produits sont souvent réalisés pour des besoins spécifiques et ne peuvent pas être déplacés ou difficilement. Ils sont réservés pour des applications militaires ou spatiales, leur prix est souvent élevé.

Les limites de ces produits sont liées à leurs encombrement, taille, poids, capteurs... On peut ainsi difficilement mettre en œuvre ce type de scanner dans un habitacle de véhicule routier ou ferroviaire. Ces équipements s'avèrent également intrusifs pour la mesure. Alternativement, pour effectuer une mesure manuelle dans l'espace, nous devons créer des repères précis visualisables par l'opérateur (grille) dans l'espace de géométrie complexe à mesurer. Cette contrainte constitue un frein à la reproductibilité des mesures et peut s'avérer lourde à mettre en œuvre.

Le procédé faisant l'objet de cette contribution consiste à développer et à exploiter un dispositif de mesure automatique permettant d'associer automatiquement et précisément les coordonnées d'un capteur balayant un espace scruté avec simultanément la ou les grandeurs physiques mesurées. Ce nouveau procédé n'utilise pas de dispositif mécanique et s'avère ainsi très facile à mettre

en œuvre, en particulier dans des environnements complexes.

II. CHOIX DE LA KINECT©

Pour initier ce projet, nous avons mené une recherche portant sur les différents systèmes qui permettent de suivre et de localiser dans l'espace un objet spécifique. Notre choix s'est orienté vers la kinect™ de Microsoft[1]. Ce boîtier est optimisé pour le jeu sans contact et dispose d'une caméra et d'un détecteur de position infrarouge très performants. L'ensemble est disponible à bas coût. Microsoft met également à la disposition des programmeurs un kit de développement écrit en C++.

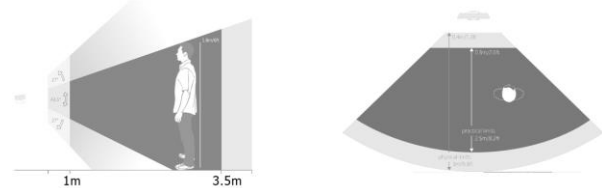


Fig. 1. Zone visible par la kinect™.

La figure 1 représente le volume scanné par une kinect™. L'angle de vision est de 45° dans les 2 plans. Pour une bonne utilisation, il est conseillé de se situer entre 1 m et 3 m du boîtier.

III. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU DISPOSITIF

A l'aide du kit de développement, il est possible de récupérer différentes informations en temps réel issues des capteurs. Pour notre application, nous exploitons les coordonnées x, y, z de la main droite (ou gauche) de l'opérateur qui tiendra à la main le capteur de mesure. L'utilisateur définit la main choisie.

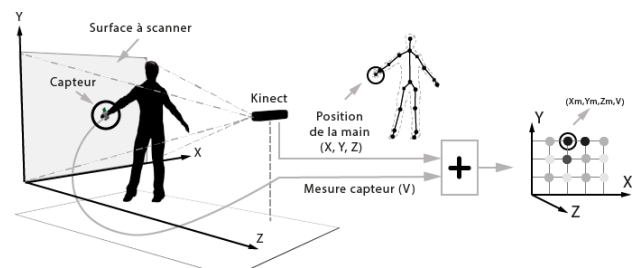


Fig. 2. Principe de base du dispositif.

Pour la mesure du champ électromagnétique, le capteur utilisé exploite un boîtier permettant notamment de

recevoir des cartes antennes commerciales Luxondes adaptées aux mesures souhaitées. Celui-ci est connecté au ordinateur de stockage des données via une interface spécifique permettant de formater les données et également de connaître le type de carte antenne insérée afin d'appliquer le coefficient d'antenne nécessaire.

IV. LOGICIEL D'ACQUISITION

IV.1. Paramétrage

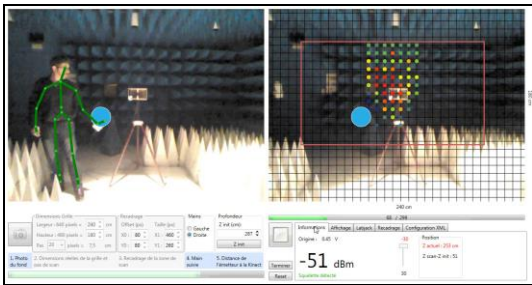


Fig. 3. Paramétrage du logiciel

La figure 3 représente l'interface utilisateur du logiciel. A gauche, la vision en direct obtenue depuis la caméra de la kinect™. A droite, l'insertion des données du capteur sur la grille de mesure virtuelle dont les caractéristiques (pas...) ont été prédéfinies. Trois étapes d'initialisation sont nécessaires avant de lancer l'acquisition.

Etape 1 : L'utilisateur prend une photo avec la kinect™ ; celle-ci sera stockée et affichée à droite.

Etape 2 : Paramétrage de la grille et définition du pas ($3\text{ cm} \leq \text{pas} \leq 10\text{cm}$) et de la taille de la zone à scanner (max L. : 240 cm x h. = 180 cm).

Etape 3 : Paramétrage avec la kinect™ de la distance z entre la photo et le plan à scanner.

IV.2. Acquisition

Lorsque la phase d'initialisation est terminée, l'acquisition débute. Un compte à rebours se déclenche permettant à l'utilisateur de se déplacer jusqu'au plan de mesure. Le déplacement de la main avec le capteur est représenté sur la grille par un rond bleu (vert pour la main gauche) et chaque mesure effectuée est placée sur la grille à la position xyz de la main. Une fonction « rescale » permet d'afficher les valeurs avec la dynamique maximum de couleur. Une barre de progression affiche le nombre de points restant à parcourir. Lorsque l'on passe sur un point déjà scanné, le logiciel conserve la valeur associée au dernier passage.

IV.3. Exportation des données

Un bouton situé sur le boîtier du capteur permet de stopper l'acquisition. Une fenêtre apparaît permettant de remplir les différents paramètres de la mesure. (auteur de la mesure, commentaires, fréquences, etc...). Le format de sortie des données est compatible avec les fichiers XML décrit dans la norme IEC 61967-1-1 Ed. Pour chaque mesure, il en résulte 3 fichiers.

- .jpg : photo de la mesure
- .xml : configuration de la mesure

- .dat : coordonnées du point de mesure avec la valeur correspondante.

V. ANALYSE DES RESULTATS

La visualisation immédiate des résultats s'effectue à l'aide d'un viewer compatible NFS tel que représenté figure 4. Celui-ci permet d'afficher la photo et, en superposition, la cartographie des données.

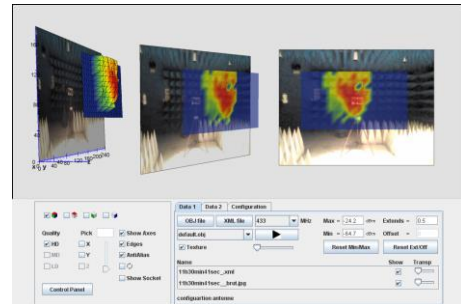


Fig. 4. Viewer Luxondes

On retrouve également tous les paramètres de la mesure (unité employée par le capteur, valeur min. et max, fréquence utilisée, plan de coupe, commentaire...).

VI. EXEMPLE D'EXPERIMENTATION

VI.1. Cartographier l'intérieur d'un véhicule

Le but de l'expérimentation présentée est d'obtenir rapidement une cartographie dans un plan de la distribution du champ à 2.4 GHz à l'intérieur d'un véhicule utilitaire dans la configuration de la figure 5.

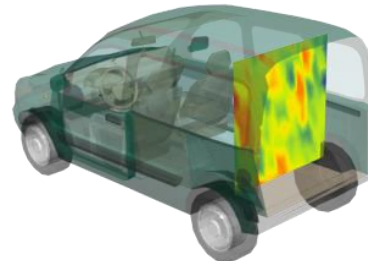


Fig. 5. Cartographie planaire à l'intérieur d'un véhicule.

VI.2. Dimension de la surface à scanner

La mesure s'effectue dans un plan perpendiculaire au plancher de l'habitacle avec un pas de grille de 3.5 cm.

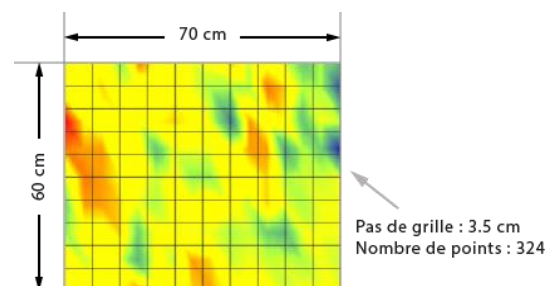


Fig. 6. Surface à scanner pour la mesure.

Afin d'obtenir une mesure évitant les points très proches des parois, nous avons défini une surface à scanner de 70 cm x 60 cm, telle que présentée figure 6.

VI.3. Configuration de la mesure

Pour réaliser la cartographie, nous stationnons le véhicule utilitaire dans un garage. Nous projetons à l'aide d'un vidéoprojecteur représenté figure 7 l'évolution de l'acquisition en temps réel sur un mur visible par l'opérateur.

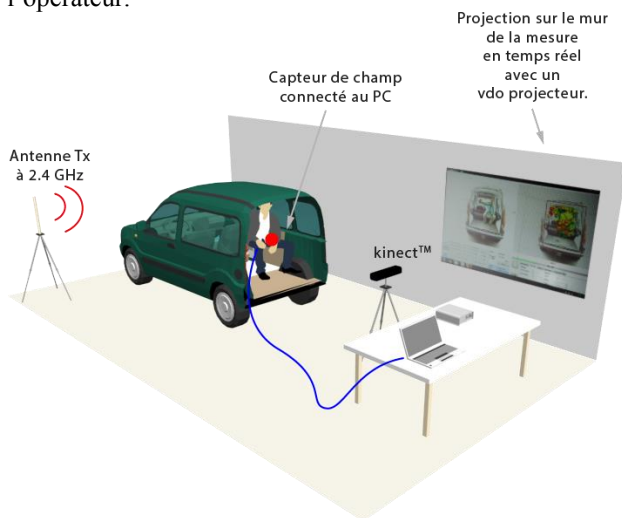


Fig. 7. Configuration de la mesure

La source d'émission à 2.4 GHz est placée sur un support à 1 m de l'avant du véhicule.

Afin de faciliter la détection correcte du squelette de l'utilisateur, nous positionnons le dispositif d'acquisition à 2 m en retrait du plan à mesurer et à une hauteur de 1.5 m.

Le capteur de champ possède une carte antenne dont la sensibilité est accordée à la fréquence d'émission. Celui-ci est relié à l'aide d'un cordon à une interface PC permettant de convertir la tension détectée en une valeur numérique prenant en compte le facteur d'antenne et le gain du détecteur.

VI.4. Sélection du capteur

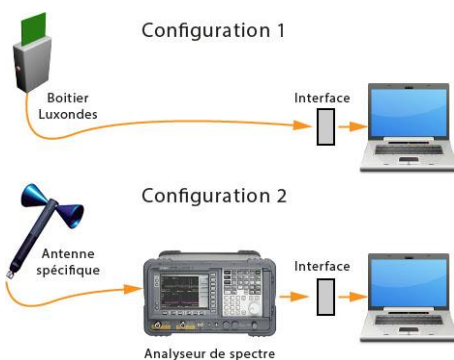


Fig. 8. Configurations de mesure

Il est possible d'effectuer les mesures avec deux types de configuration au niveau des capteurs. Avec le boîtier Luxondes, figure 8 - config 1, différentes cartes antennes

calibrées sont disponibles couvrant une gamme de fréquence de 100 kHz à 6 GHz. Chaque carte possède un identifiant permettant au logiciel d'associer automatiquement le facteur d'antenne correspondant. Le type de carte et ses caractéristiques sont intégrés automatiquement dans le fichier de données.

La configuration 2 permet d'obtenir des mesures à l'aide d'un analyseur de spectre couplé à une antenne spécifique. Sur l'analyseur présenté figure 8 - config 2, l'utilisateur sélectionne la fréquence centrale de mesure, le temps de balayage et les filtres appropriés. L'analyseur doit fonctionner en balayage nul (zero span) afin de récupérer l'amplitude du champ à la fréquence de mesure.

VI.5. Paramétrage du logiciel

L'interface principale du logiciel comprend deux fenêtres visibles figure 9.

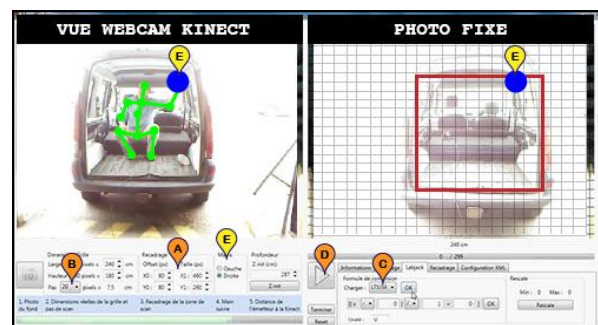


Fig. 9. Interface du logiciel

A gauche, la visualisation en direct de la scène observée par la webcam de la Kinect™ est représentée. A droite, nous prenons une photographie également au moyen de la Kinect™ qui sera sauvegardée conjointement aux datas. Toujours figure 9, **A** définit la taille de la zone de scan ainsi que sa position ; nous avons choisi une surface de 70 x 60 cm. **B** permet de choisir le pas de la grille ; pour cette mesure particulière, nous avons choisi le pas le plus fin disponible de 3.5 cm. A l'aide de **C**, on sélectionne le type de capteur utilisé (référence carte antenne Luxondes), et l'on peut également ajouter des variables à la valeur détectée (gain, offset, etc...). Le bouton **D** démarre l'enregistrement après un compte à rebours visible à l'écran permettant à un seul opérateur de réaliser l'acquisition en se déplaçant dans l'entretemps depuis l'ordinateur de contrôle jusqu'à la zone de mesure. Le sélecteur **E** permet de choisir la main tenant le capteur (droite ou gauche) dont la trajectoire sera suivie. Un point bleu de taille paramétrable permet de suivre en temps réel la position du capteur sur la grille. Il est à noter que l'opérateur, pour être détecté, doit être toujours face à la Kinect™. Pour parcourir l'ensemble de la surface, il s'avère souvent nécessaire de pouvoir changer le capteur de main en cours de scan.

VI.6. Acquisition

Après avoir pris la photographie de la zone de mesure (à droite, figure 10), nous démarrons l'acquisition. L'opérateur tenant le capteur parcourt avec sa main la surface en visualisant en direct les mesures obtenues. Une barre de progression indique le nombre de points restant à parcourir sur la grille.

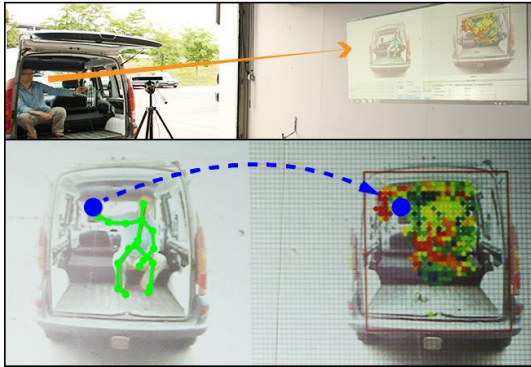


Fig. 10. Acquisition et affichage temps réel

Une fonction « rescale » permet d'obtenir le dégradé de couleurs complet dans la dynamique de mesure déjà réalisé (figure 10 en bas à droite).

VI.7. Traitement des données

Le format des données étant à la norme IEC 61967-1-1, elles sont donc exploitables avec un « viewer » compatible tel que celui en Java [2].

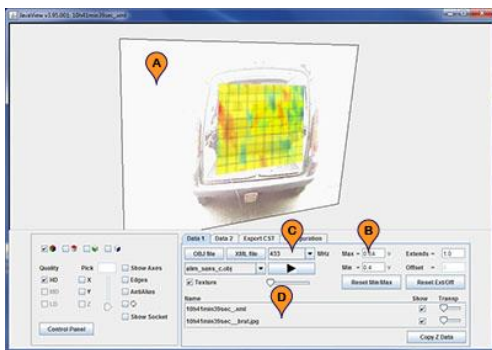


Fig. 11. Résultat avec le Viewer Luxondes

Lorsque l'on charge le fichier de données, on visualise la cartographie en superposition de la photo correspondante. Figure 11-A. On retrouve également tous les paramètres de la mesure. En B, les valeurs min et max recueillies avec l'unité de mesure, en C la fréquence, en D le nom du fichier avec les commentaires associés.

Un bouton « copy data », permet de copier directement l'ensemble des données de la grille dans le presse papier pour pouvoir les coller dans une feuille excel™, par exemple. Il est également possible d'intégrer des objets 3D (.obj) dans le fichier de sortie permettant une meilleure compréhension des résultats. La figure 12 illustre une telle possibilité.

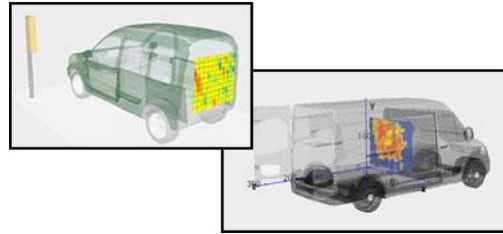


Fig. 12. Insertion d'objets 3D dans le fichier XML

VII. PERSPECTIVES

Pour exploiter le système présenté, la présence d'une personne pour scanner la surface est obligatoire puisque que c'est la géométrie de cette personne qui est reconnue et suivie. Cette nécessité peut constituer dans certains cas un avantage ou, au contraire, limiter la qualité de la mesure. Il est cependant possible d'envisager un système de suivi et de reconnaissance de forme permettant de positionner le capteur au bout d'une tige diélectrique tenue par l'opérateur ou de façon automatique avec un bras robotisé simplifié ne nécessitant pas de précision de positionnement particulière. Plusieurs options sont en cours de développement, dont la possibilité de scanner dans un plan xy parallèle au sol et également de pouvoir se servir de différentes sondes de champ du commerce.

VIII. CONCLUSION

Ce nouveau moyen de mesure permet à l'aide d'un système simple, peu intrusif hormis l'opérateur, de mesurer très rapidement, selon un maillage virtuel présélectionné, une grandeur physique dans des configurations et des situations expérimentales où une solution mécanique est très difficilement réalisable notamment pour des raisons d'accessibilité.... Il permet également de localiser un point de mesure y compris si le capteur n'est pas en visibilité directe totale puisque le dispositif déduit la position effective de celui-ci en fonction de la géométrie de l'opérateur. Il s'avère facile à mettre en œuvre à l'aide uniquement d'un ordinateur portable, d'une kinect™ et d'un capteur de mesure. L'ensemble de la configuration de mesure est stockée dans le fichier (position x, y, z du capteur, valeur, profondeur en Z du plan scanné, type de capteur...). Ceci permet de nous affranchir de la prise de notes de l'expérimentation et donc limite le risque d'erreur. Le dispositif de mesure fonctionne également dans des environnements confinés.

REFERENCES

- [1] K. Sato, Y. Kashimura, Y. Kamimura "A Real-time Measuring Method of 3D EMF Distributions Using the Wiimote", EMC Europe 2013. Poster Session.
- [2] http://www.luxondes.com/viewer_xml.html, exemples visibles sur le site Luxondes