

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

0 296 023
A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 88401389.7

(51) Int. Cl.⁴: **A 63 K 3/00**
A 63 B 69/04, A 01 K 15/02

(22) Date de dépôt: 08.06.88

(30) Priorité: 10.06.87 FR 8708050

(43) Date de publication de la demande:
21.12.88 Bulletin 88/51

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE ES GB IT LI LU NL SE

(71) Demandeur: **ECOLE NATIONALE D'EQUITATION**
F-49400 Saumur (FR)

(72) Inventeur: **Abdalah, Ahmed**
Trébazan par Saint Molf
F-44350 Guerande (FR)

Daveine, Michel
11, rue Manin
F-75019 Paris (FR)

Durand, Pierre
Le Pavillon des Saudières
F-46680 Vivy (FR)

Fortain, Claude
Saint Léonard
F-32380 Saint-Clar (FR)

Granier, Jean-Pierre
39, rue de l'Illiadé
F-31500 Toulouse (FR)

Jouffroy, Jean-Louis
172 rue de Grenelle
F-75007 Paris (FR)

Le Guennic, Yannick
37, rue Claude Bernard
F-35000 Rennes (FR)

Yung, Jean-Marie
2 Allée des Lilas
F-77310 Ponthierry (FR)

(74) Mandataire: **Loyer, Bertrand et al**
Cabinet Pierre Loyer 77, rue Boissière
F-75116 Paris (FR)

(54) Procédé d'analyse et de simulation des déplacements d'un cheval.

(57) Procédé d'analyse des déplacements complexes d'un cheval en déplacement, consistant à : a) placer sur le cheval (la selle par exemple) en mouvement réel des moyens de mesure (accéléromètres, gyromètres, centrale à inertie) par l'intermédiaire desquels on mesure les vitesses de déplacement linéaire selon les trois axes X, Y, Z et éventuellement de déplacement en rotation selon ces même axes : b) établir à partir de ces mesures les courbes figuratives, par périodes répétitives, des variations de vitesse et de position pour les déplacements linéaires et éventuellement pour les déplacements en rotation ; c) analyser ces courbes de façon à déterminer ses performances et ses aptitudes aux différentes allures, figures et sauts, selon les différents usages souhaités.

EP 0 296 023 A1

Description

Procédé d'analyse et de simulation des déplacements d'un cheval

La présente invention a pour objet un procédé qui permet d'analyser séparément les différents paramètres de déplacement d'un cheval, pour différents objectifs et notamment pour les restituer sur un simulateur.

Les techniques de simulation sont connues, en particulier en ce qui concerne les aéronefs ou les chars. Cependant, on a toujours, jusqu'à présent, calculé au moyen de modèles mathématiques la valeur à chaque instant de chacun des paramètres du mouvement de l'aéronef de façon à pouvoir reconstituer avec le plus de fidélité possible ce mouvement.

Cette méthode s'est avérée difficilement inutilisable dans le cas de mouvements complexes et relativement aléatoires comme c'est le cas, par exemple pour un cheval se déplaçant au pas, au trot, au galop ou encore effectuant un franchissement d'obstacle ou des figures; parce que les lois mathématiques régissant les différents paramètres du mouvement d'un cheval sont très complexes et pratiquement impossibles à déterminer. Si même on arrivait par des approximations successives à déterminer de telles lois, on obtiendrait un mouvement théorique d'un cheval standard, ce qui n'aurait pas un grand intérêt pratique.

Lorsqu'un cheval se déplace, la selle se déplace à des vitesses variables d'avant en arrière, d'un côté à l'autre, de haut en bas, c'est-à-dire selon trois axes X (longitudinal), Y (latéral) et Z (vertical) tout en effectuant des rotations selon ces trois axes : roulis, tangage, lacet.

Le procédé selon la présente invention consiste à :

a- placer sur le cheval (la selle par exemple) en mouvement réel des moyens de mesure (accéléromètres, gyromètres, centrale à inertie) par l'intermédiaire desquels on mesure les vitesses de déplacement linéaire selon les trois axes X, Y, Z et éventuellement de déplacement en rotation selon ces mêmes axes ;

b- établir à partir de ces mesures les courbes figuratives, par périodes répétitives, des variations de vitesse et de position pour les déplacements linéaires et éventuellement pour les déplacements en rotation.

On obtient ainsi une analyse précise des paramètres du mouvement réel d'un cheval déterminé.

On peut ainsi établir un certain nombre de groupes de courbes "variations de vitesse et de position" pour les déplacements selon les trois axes X, Y, et Z ; par exemple six groupes de telles courbes, trois pour les déplacements linéaires et trois pour les déplacements en rotation. L'analyse de ces groupes de courbes permet une analyse des paramètres les plus caractéristiques du déplacement d'un cheval déterminé se déplaçant dans des conditions déterminées.

Il peut également être intéressant en dehors des six paramètres relatifs à l'allure (c'est-à-dire au déplacement du cheval) d'analyser d'autres paramè-

tres particuliers au cheval tels que mouvements de l'encolure et/ou de la nuque. On procèdera alors à une étude des mouvements de l'encolure, toujours selon les mêmes axes, à savoir l'abaissement ou relèvement de l'encolure (axe de tangage Y), flexion latérale (axe de lacet Z), rotation (axe de roulis X) ainsi que des mouvements de la nuque : flexion directe (tangage), flexion latérale (lacet) rotation de la tête (roulis).

L'examen de ces courbes, qui sont alors spécifiques à un cheval, comparées à celles d'autres chevaux permet de déterminer ses performances et ses aptitudes à différents usages. Ce même examen permet de détecter des irrégularités d'allures ou des défauts pathologiques.

Ce procédé permet donc une analyse scientifique des caractéristiques du mouvement d'un cheval et de ses aptitudes beaucoup plus rigoureuse et précise que celles qui jusqu'à présent n'ont été obtenues que par la simple observation de spécialistes.

Selon la présente invention, on peut, après les phases précédentes, introduire les courbes obtenues dans un modèle de calcul qui détermine, par sommation desdites courbes, les positions des vérins d'une plate-forme de simulation pour reproduire les mouvements combinés des déplacements du cheval.

Il existe de nombreux dispositifs de simulation plus ou moins complexes ayant un certain nombre de degrés de liberté et, en fonction de la complexité de la simulation que l'on désire obtenir on utilisera certaines des courbes ainsi déterminées ou bien toutes ces courbes.

Par exemple on peut, pour un dispositif de simulation à 3 degrés de liberté, ne pouvant reproduire que des mouvements linéaires selon les trois axes X, Y et Z, n'employer que les courbes des déplacements linéaires.

On peut également employer une plate-forme à six degrés de liberté du type constitué de deux plate-formes triangulaires inversées, les trois sommets du triangle inférieur, servant de base, et les trois sommets du triangle supérieur étant reliés par six vérins, le volume géométrique défini par les deux triangles et les six vérins comportant huit faces triangulaires.

Dans ce cas on peut utiliser les 6 groupes de courbes caractéristiques de l'allure du cheval et le modèle de calcul détermine, par sommation de ces six courbes les positions des six vérins de la plate-forme à six degrés de liberté

On peut également n'utiliser que certaines de ces courbes. A titre d'exemple, tout en utilisant une plate-forme à 6 degrés de liberté (donc à 6 vérins) on n'a introduit dans le modèle de calcul uniquement les trois groupes de courbes de déplacements linéaires selon les axes X, Y et Z, de sorte que l'on n'a obtenu que des déplacements en translation, sans rotation, du triangle supérieur : il s'est cependant avéré, que l'on obtenait ainsi une simula-

tion telle du mouvement du cheval qu'un cavalier expérimenté peut reconnaître sans hésitation, non seulement l'allure du cheval, mais quel est le pied caractéristique de l'allure (galop à gauche, galop à droite etc.)

Le cavalier, qui monte un cheval subit une succession d'accélération positives et négatives plusieurs fois par seconde en fonction de chaque allure du cheval.

Selon un premier mode de mise en oeuvre du procédé selon l'invention on a placé sur le dos d'un cheval (soit sur le pommeau de la selle quand il y avait un cavalier, soit sur un surfaix quand il n'y en avait pas) trois accéléromètres disposés orthogonalement selon les 3 axes X,Y,et Z. On a ainsi obtenu un ensemble de mesures dont on a déduit les courbes de variations de vitesse de déplacement linéaire selon les trois axes.

Les figures 1, 2 et 3 représentent trois enregistrements selon l'axe vertical Z, au pas (figure 1) au trot (figure 2) et au galop (figure 3). Ces trois enregistrements montrent l'évolution dans le temps (1/25 de seconde) de l'accélération mesurée en 1/10 de G pour les figures 2 et 3 et au 1/100 de G pour la figure 1. L'examen de ces figures montre que les signaux sont très lisibles et sont caractéristiques de chaque allure : par exemple on voit la complexité du pas (figures 1), qui comporte trois pics positifs et négatifs pour chacune des demi-foulées. Le dépouillement de ces données donne lieu ensuite à une double intégration qui permet de calculer la vitesse et les déplacements (autour d'une position moyenne) et à une analyse par séries de FOURRIER qui permet de distinguer, dans ce phénomène périodique, la fondamentale et les harmoniques donc de le ramener à une superposition de phénomènes sinusoïdaux.

Les figures 4 et 5 montrent l'enregistrement selon l'axe des Z de deux chevaux différents, la figure 4 (qui correspond à la figure 3) étant celle d'un cheval A et la figure 5 celle d'un cheval B. L'examen de ces courbes montre que si elles sont bien toutes deux significatives du galop, elles sont très différentes selon les deux chevaux.

Selon un deuxième mode de mise en oeuvre du procédé selon l'invention on a placé sur le dos du cheval, et cette fois sans cavalier, une centrale à inertie. On a ainsi pu obtenir simultanément les mesures d'accélération et de variations de vitesse en déplacement linéaire et en rotation selon les trois axes ainsi que la trajectoire suivie par le cheval.

Le procédé selon l'invention consiste également, à modifier à volonté, l'une ou l'autre de ces courbes de sorte que l'on peut à volonté modifier le mouvement de la plate-forme du simulateur.

Par exemple, ayant mis en mémoire dans un calculateur les courbes correspondant aux déplacements linéaires du pas, celles correspondant au trot, celles correspondant au galop et celles correspondant au saut, on a fait apparaître bout à bout sur un écran les courbes des déplacements selon l'axe des X pour le galop et le saut et ensuite on les a reliées les unes aux autres ; on a fait de même pour les courbes selon l'axe des Y et l'axe des Z : on a ainsi obtenu la simulation du mouvement d'un cheval

effectuant un saut à partir de l'allure du galop. On pourrait en opérant de la même façon simuler le mouvement d'un cheval effectuant un saut à partir du trot.

On peut donc grâce à ce procédé modifier à volonté les courbes représentatives des divers paramètres de déplacement du cheval et en conséquence la simulation du mouvement ce qui présente des avantages considérables.

Ainsi le trot d'un cheval comporte environ 130 battements à la minute ce qui est physiquement assez difficile à supporter notamment pour un adulte (sauf évidemment pour un cavalier entraîné). Il est possible grâce au procédé selon l'invention de restituer un trot confortable à 60 battements à la minute et augmenter progressivement jusqu'à 130 en fonction de la progression du cavalier : il est évident que cela présente un grand intérêt pour la formation et la sécurité de ce dernier.

De même on peut augmenter l'amplitude et diminuer la cadence qui permet de mieux faire percevoir au cavalier le mouvement caractéristique de l'allure.

En ce qui concerne le problème particulier du saut d'obstacle : il est évident que pour des questions de santé on est obligé de limiter le nombre de sauts à faire exécuter à un cheval au cours d'une séance d'entraînement. Par contre si le cavalier veut effectuer 90 sauts (par exemple) en une séance de travail pour s'entraîner : à apprécier le point de battue optimum en fonction d'un obstacle ou d'un parcours, à apprécier le train utile d'un parcours, à recréer des situations difficiles, il pourra le faire sur le simulateur.

On peut également développer ainsi l'endurance d'un cavalier.

Ce procédé est particulièrement utile pour la rééducation par l'équitation des handicapés physiques et moteur : en réduisant cadence et amplitude on permet une meilleure adaptation aux difficultés posées par l'équitation. De même il peut être très bénéfique de faire ressentir au personnel médical telle ou telle sensation par décomposition, ralentissement ou augmentation de l'amplitude.

Grâce à ce procédé il est possible pour un cheval déterminé d'enregistrer des phénomènes de pathologie d'allure, donc de concourir à la détection précoce et à l'identification des irrégularités et des boiteries. Ou encore après une phase d'analyse systématique des enregistrements des allures de chevaux performants en compétition, de définir le profil idéal d'un cheval de compétition, pour les différentes disciplines de l'équitation.

Il s'avère que la restitution des sensations au cavalier par un simulateur peut impliquer une altération soit en amplitude soit en cadence de certains paramètres : il est possible d'y remédier grâce au procédé selon l'invention puisqu'il est possible de modifier à volonté chacune des courbes.

Dans les différents exemples, on a cité le cas des différentes allures (pas, trot, galop), l'invention est applicable bien sur non seulement aux déplacements en ligne droite mais également aux cas des figures.

Dans l'exemple donné précédemment on a décrit

le cas où les modifications des courbes issues des enregistrements étaient réalisées par raccordement après visualisation. On peut également au moyen de plusieurs curseurs, agir sur la cadence ou les amplitudes.

Selon la présente invention on dispose sur le simulateur des générateurs de signaux qui agissent sur le déroulement de la simulation. Ainsi par exemple on place à niveau des genoux du cavalier et sous le selle des capteurs de pression de sorte que lorsque le cavalier presse les genoux ou bien joue de son assiette cela agit sur le déroulement des courbes dans le module de commande du simulateur (plus ou moins vite selon la pression). De même on place des capteurs sur le mors de sorte que lorsque le cavalier exerce une tension sur les rênes cela agit sur le déroulement des courbes dans le module de commande ; les deux signaux pouvant évidemment être superposés. Il est ainsi possible d'avoir une action du cavalier sur le déroulement de la simulation qui n'est plus seulement passive mais interactive.

Revendications

1. Procédé d'analyse des déplacements complexes d'un cheval en déplacement, consistant à :

a) placer sur le cheval (la selle par exemple) en mouvement réel des moyens de mesure (accéléromètres, gyromètres, centrale à inertie) par l'intermédiaire desquels on mesure les vitesses de déplacement linéaire selon les trois axes X, Y, Z et éventuellement de déplacement en rotation selon ces mêmes axes ;

b) établir à partir de ces mesures les courbes figuratives, par périodes répétitives, des variations de vitesse et de position pour les déplacements linéaires et éventuellement pour les déplacements en rotation ;

c) analyser ces courbes de façon à déterminer ses performances et ses aptitudes aux différentes allures, figures et sauts, selon les différents usages souhaités.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'on introduit "n" groupes de courbes "vitesse-position" dans un modèle de calcul qui détermine par combinaison desdites courbes les positions des vérins d'une plate-forme d'un simulateur à "m" degrés de liberté.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'on ne mesure que les variations de vitesse et de position en déplacement linéaire de sorte que l'on obtient trois groupes de courbes "vitesse-position", un selon chacun des axes X, Y et Z.

4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'on mesure les variations de vitesse et de position non seule-

ment en déplacement linéaire selon les trois axes X, Y, Z mais également en rotation autour de ces trois axes de sorte que l'on obtient six groupes de courbes "vitesse-position".

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'on dispose au niveau de la selle d'un cheval des accéléromètres selon les trois axes X, Y, que l'on procède à une double intégration et à une analyse par séries de FOURRIER de façon à pouvoir distinguer pour chaque période répétitive la fondamentale et les harmoniques et d'obtenir des courbes de type sinusoïdales.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait qu'on dispose au niveau de la selle d'un cheval une centrale à inertie qui donne directement les courbes de variations de vitesse et de position, par périodes répétitives, à la fois en déplacement linéaire et en rotation.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé par le fait qu'on introduit les trois groupes de courbes "vitesse-position" correspondantes aux seuls déplacements linéaires dans un modèle de calcul qui détermine les positions des commandes d'une plate-forme à trois degrés de liberté.

8. Procédé selon la revendication 6, caractérisé par le fait qu'on introduit les six groupes de courbes "vitesse-position" correspondants aux trois mouvements linéaires et aux trois mouvements en rotation dans un modèle de calcul qui détermine les positions des six vérins d'une plate-forme à 6 degrés de liberté.

9. Procédé selon la revendication 6, caractérisé par le fait qu'on introduit les trois groupes de courbes vitesse-position correspondant aux seuls déplacements linéaires dans un modèle de calcul qui détermine les positions des six vérins d'une plate-forme à 6 degrés de liberté ; la partie supérieure de celle-ci ne se déplaçant que de façon linéaire.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé par le fait qu'on modifie à volonté chaque courbe pour modifier en conséquence les mouvements du simulateur dans lequel ces courbes sont introduites.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'on place sur le simulateur des générateurs de signaux, actionnés par le cavalier, pour influencer sur le déroulement des opérations du simulateur.

Fig:1

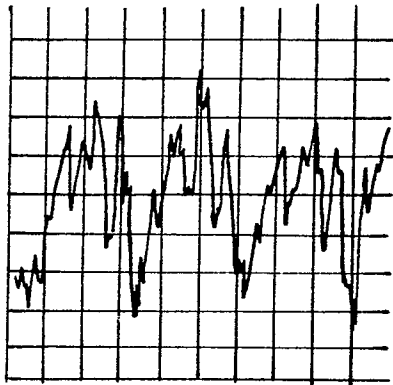


Fig:2

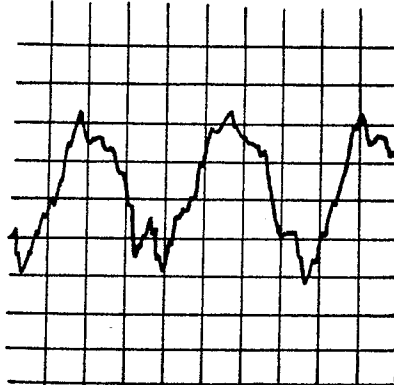


Fig:3

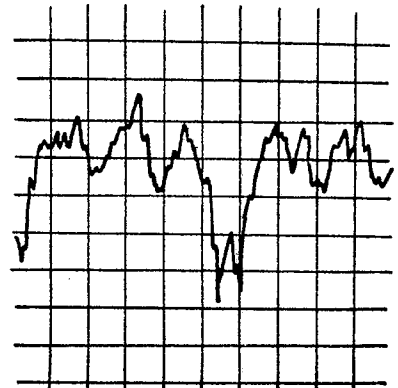


Fig:4

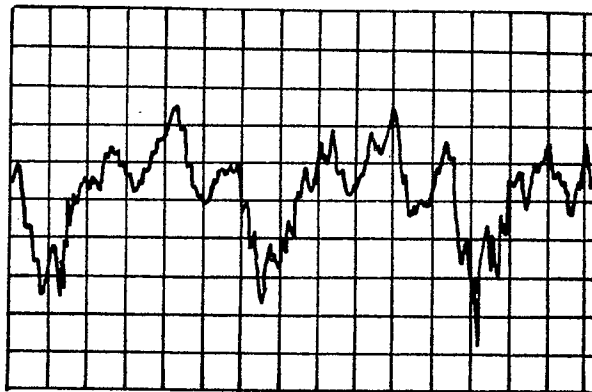
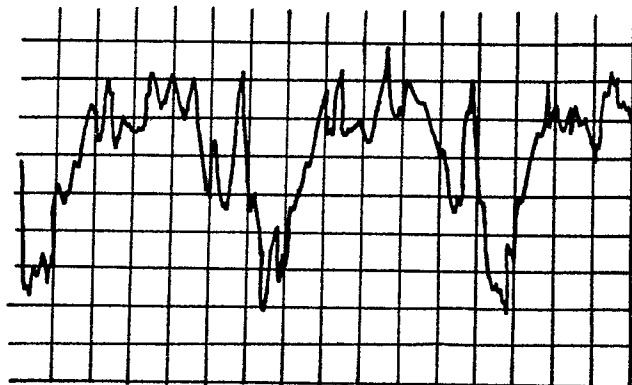


Fig:5





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 88 40 1389

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
X	MEDICAL & BIOLOGICAL ENGINEERING & COMPUTING, vol. 19, no. 3, mai 1981, pages 287-290, IFMBE, Stevenhage, GB; U.P. WYSS et al.: "Kinematic data acquisition system for two- or three-dimensional motion analysis" * Page 287: "Introduction" * ----	1	A 63 K 3/00 A 63 B 69/04 A 01 K 15/02
A	INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIOMEDICAL TRANSDUCERS, Paris, 3-7 novembre 1975, pages 191-196, Paris, FR; F. DUPAS et al.: "Capteurs de tête et rachis: liaison homme-machine" * Page 192, lignes 19-26 * ----	4	
A	WO-A-8 601 607 (PÖTSCH) * Page 1, lignes 5-10; page 2, ligne 21 - page 4, ligne 12 * ----	1,5	
A	WO-A-8 101 507 (SVENSSON) * Page 2, ligne 20 - page 3, ligne 30 * ----	1	
A	US-A-3 999 611 (BUCALO) * Colonne 4, ligne 39 - colonne 5, ligne 25; colonne 6, lignes 30-47 * ----	1	
A	EP-A-0 083 848 (HRH INDUSTRIES) * Page 2, lignes 6-21 * -----	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 01-09-1988	Examineur SCHOENLEBEN J.E.F.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	