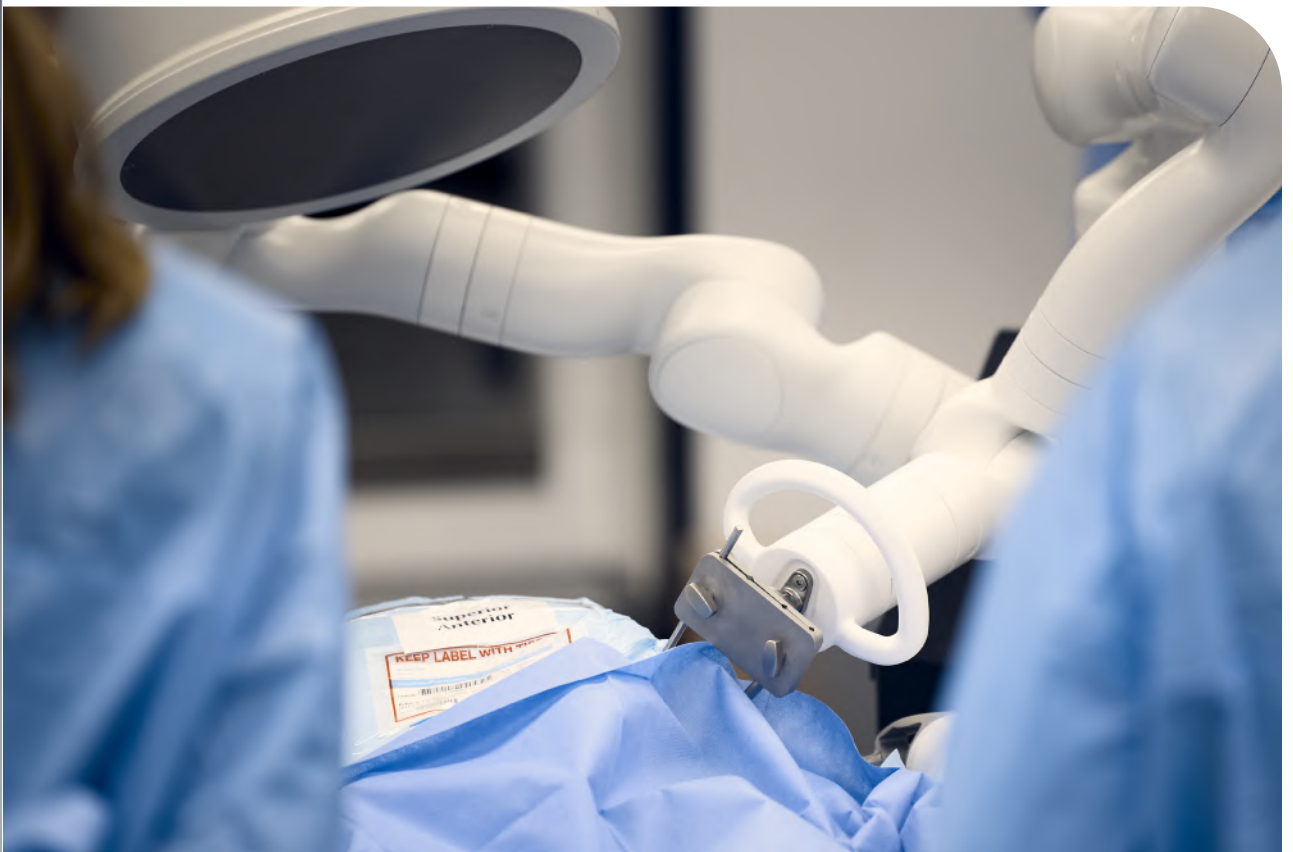


Conçu pour le MedTech.

KIMA dans un prototype multibras pour la chirurgie des fractures du bassin

Trois bras KIMA, un seul chariot : comment metamorphosis a conçu son système avec NVIDIA Isaac for Healthcare, *in silico* puis en conditions réelles.



Aperçu

Concevoir un robot chirurgical, c'est aménager un environnement et des procédures où plusieurs bras, un système d'imagerie et une équipe chirurgicale partagent un même espace restreint.

Metamorphosis, une entreprise de navigation chirurgicale sans traceurs établie à Paderborn, en Allemagne, a relevé ce défi avec KIMA de Kinova et NVIDIA Isaac for Healthcare. Le résultat est un prototype expérimental de robot image-native dans lequel trois bras KIMA, fixés sur un même chariot mobile, jouent chacun un rôle défini dans une intervention pour fracture du bassin.

Partenaire	metamorphosis, Paderborn, Allemagne
Application	Chirurgie des fractures du bassin (prototype expérimental)
Technologie Kinova	Trois bras KIMA sur un même chariot mobile, reliés à un seul contrôleur
Technologie NVIDIA	NVIDIA Isaac for Healthcare (logiciel) et NVIDIA DGX Spark (matériel)
Statut	Prototype expérimental, non destiné à l'usage clinique ni à la vente

Concevoir autour du C-arm

Le défi

La chirurgie des fractures du bassin réunit plusieurs tâches autour du patient : repositionner les fragments osseux, guider les instruments le long de trajectoires planifiées et acquérir des vues radiographiques pour vérifier chaque étape. Un système robotique qui assiste le chirurgien pendant cette intervention a besoin de plusieurs bras, et ces bras doivent partager l'espace avec le patient sur la table d'opération, le C-Arm de radioscopie et l'équipe chirurgicale.

Metamorphosis ajoutait une exigence de conception. OneX3D, la technologie au cœur de l'approche robot image-native, utilise les images radiographiques intraopératoires comme référence du système, plutôt

que des traceurs externes fixés au patient. L'accès au C-Arm devient donc un élément central de la conception : les bras robotiques doivent être assez compacts pour travailler à côté du C-Arm, tout en laissant au chirurgien la place nécessaire pour acquérir les vues radiographiques requises.

Pour composer avec ces contraintes d'espace, l'équipe utilise une boucle d'intégration en simulation afin d'évaluer l'emplacement des bras, la conception des accessoires et le positionnement du C-Arm. Elle peut ainsi faire évoluer rapidement l'aménagement physique avant la fabrication des composants.

L'approche

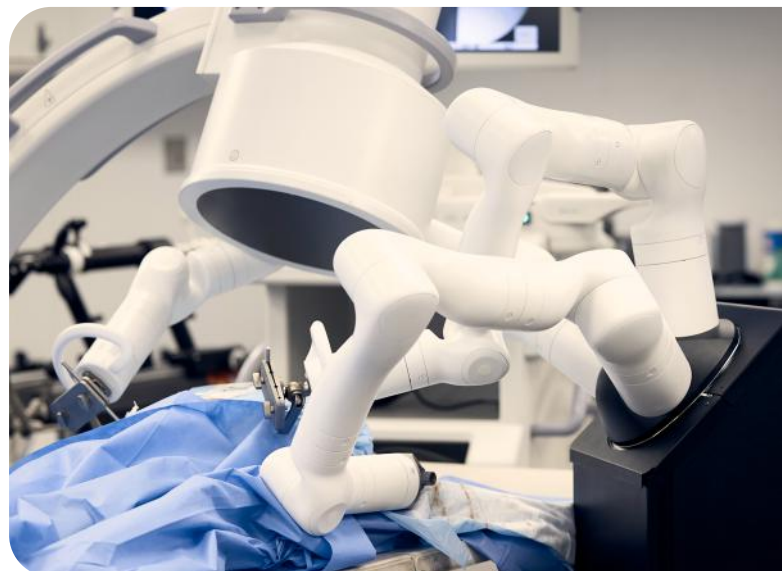
Pourquoi trois bras KIMA ? Quel est le rôle de chacun ?

De nombreuses plateformes robotiques de chirurgie orthopédique existantes utilisent un seul bras robotique, principalement pour positionner et guider les instruments. Des procédures plus complexes, comme la chirurgie des fractures du bassin, peuvent tirer parti de plusieurs bras qui travaillent ensemble à des tâches complémentaires. Dans la procédure à l'étude pour les fractures du bassin, les trois bras KIMA sont fixés sur un même chariot mobile, placé à côté de la table d'opération. Chaque bras joue un rôle défini :

1-2 Bras 1 et 2, réduction de la fracture.
Deux bras fournissent les forces et les mouvements précis nécessaires pour repositionner les fragments osseux et les maintenir en place.

3 Bras 3, guidage de trajectoire.
Un troisième bras positionne un canon de guidage le long d'une trajectoire planifiée, afin que le chirurgien puisse insérer les broches-guides en vue de la pose des vis.

La procédure prévoit également un guidage pour aligner le C-Arm sur les vues de validation correspondantes, afin que le chirurgien puisse superviser chaque étape.





« Grâce à leur compacité et à leur faible empreinte de fixation, les bras KIMA nous ont permis de réaliser des configurations que nous n'avions pas pu obtenir avec les autres bras médicaux pour intégration OEM que nous avons envisagés. »

Arno Blau, chef de la technologie, metamorphosis

CAPACITÉS

Les caractéristiques de KIMA à l'œuvre

Chaque caractéristique de KIMA a répondu à un besoin précis du système :

1 Des bras compacts et une faible empreinte de fixation.

KIMA a permis à l'équipe de réaliser des configurations à plusieurs bras qu'elle n'avait pas pu obtenir avec les autres bras robotiques médicaux destinés à l'intégration OEM qu'elle avait envisagés. Conçu à l'origine pour un seul bras industriel, le chariot mobile qui porte le système en accueille maintenant trois

2 Un seul contrôleur pour un maximum de quatre bras.

Le raccordement en chaîne des bras à un seul contrôleur réduit l'espace nécessaire aux contrôleurs et aux blocs d'alimentation dans le chariot.

3 Des capteurs de force et de couple intégrés à la bride.

Ces capteurs permettent le guidage manuel des bras sans ajouter de capteurs distincts à chaque accessoire. Ils servent aussi à vérifier si un accessoire est entré en contact avec une surface attendue, ce qui confirme la cohérence entre l'interaction physique et le recalage du système.

4 Un logiciel conçu pour les applications médicales, axé sur la commande directe des bras.

« Comme KIMA était offert dans Isaac for Healthcare sous forme de modèle USD prêt pour la simulation, il a été simple d'intégrer les bras à cet environnement et de commencer à explorer des configurations. Le soutien des équipes de Kinova et de NVIDIA nous a permis de mettre le tout en place rapidement. »

Arno Blau, chef de la technologie, metamorphosis

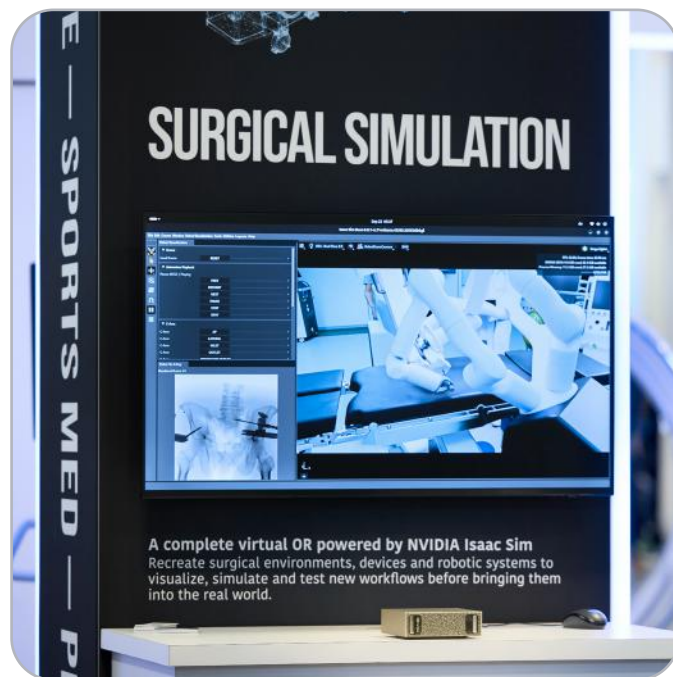
SIMULATION

Conçu d'abord en simulation

Comme l'imagerie et le mouvement du robot sont étroitement liés dans ce système, metamorphosis devait étudier les deux dans un même environnement. L'équipe a construit une salle d'opération virtuelle avec NVIDIA Isaac for Healthcare, en combinant une simulation photoréaliste et fidèle à la physique avec sa propre simulation radiographique. L'ensemble de la simulation s'exécute localement sur NVIDIA DGX Spark, un superordinateur de bureau à la fois puissant et compact.

Les modèles 3D des bras KIMA sont offerts en libre accès dans Isaac for Healthcare, au format OpenUSD et prêts pour la simulation. Metamorphosis a donc pu placer les bras dans sa salle d'opération virtuelle et commencer immédiatement à tester des configurations, avec le soutien des équipes de Kinova et de NVIDIA.

Dans le cadre de l'optimisation de la conception réalisée en simulation, l'équipe a exploré des emplacements de chariot compatibles avec les angles de vue radiographiques exigés par la procédure, tout en gardant les bras dans une plage de travail adéquate. Elle a aussi fait évoluer la géométrie des accessoires pour que les bras atteignent les zones visées et y travaillent. L'accès à l'imagerie et la portée des bras ont ainsi orienté la conception de concert.



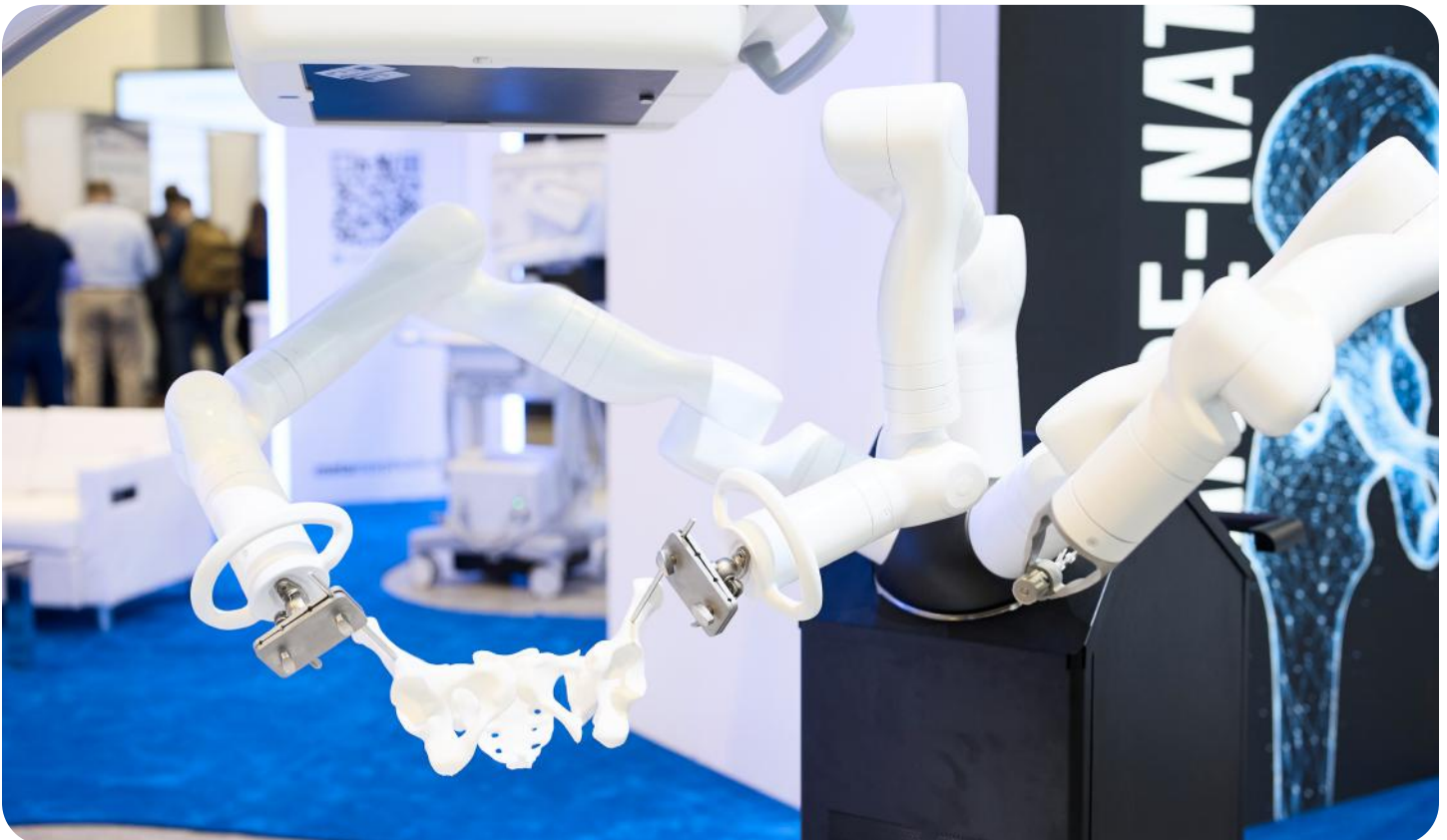
Du point de vue du développement, l'environnement virtuel NVIDIA Isaac a servi de premier point d'intégration pour la pile logicielle robotique elle-même. Les développeurs ont pu commencer à concevoir et à tester la logique de commande, de perception et de déroulement de la procédure avant que le système physique complet n'existe. La simulation est ainsi devenue une base commune, à partir de laquelle évolue la suite du développement logiciel et matériel.

De la salle d'opération virtuelle au laboratoire

Le prototype physique a rapidement suivi. Lors du congrès annuel 2026 de l'Orthopaedic Trauma Association (OTA), metamorphosis a présenté le système à trois bras aux côtés de son équivalent virtuel. L'équipe a également exploré la manipulation du système avec des chirurgiens dans un laboratoire d'anatomie, avec la table d'opération et l'équipement de radiographie en place, et a acquis des images radiographiques montrant l'anatomie et les accessoires du robot. Les observations de ces séances ont ensuite été reportées dans Isaac Sim.

Le projet a établi un processus de développement reproductible :

- 1 Étudier les configurations en environnement virtuel.
- 2 Peaufiner la conception physique.
- 3 Évaluer la manipulation et l'accès à l'imagerie avec le système assemblé.



Dans leurs mots



Peter Schreier, Ph. D., chef de la direction, metamorphosis

Kinova : Quel conseil donneriez-vous à une entreprise qui développe un système semblable ?

« Il faut partir du déroulement de l'intervention chirurgicale et construire le système autour de ce qu'il exige. Pour nous, cela voulait dire utiliser l'image radiographique comme référence et trouver un matériel assez flexible pour travailler autour du C-Arm dans une configuration compacte à plusieurs bras. »

Kinova : Quel rôle la simulation a-t-elle joué ?

« En réunissant le mouvement robotique, l'imagerie par caméra et notre propre simulation radiographique dans un seul environnement virtuel, nous pouvons explorer des procédures chirurgicales complexes avant de construire des prototypes physiques. Cela accélère considérablement le développement et nous permet d'explorer des configurations qu'il serait difficile d'évaluer de façon expérimentale. »

Perspectives

Metamorphosis prévoit de poursuivre le développement de son approche Image-Native Robotics pour la chirurgie des fractures du bassin et d'en explorer l'application à d'autres procédures chirurgicales, notamment la chirurgie de la colonne vertébrale. À long terme, l'entreprise souhaite réunir l'imagerie, la navigation et la commande robotique dans des systèmes de plus en plus évolués, capables d'assister les chirurgiens lors d'interventions complexes.



« Notre rôle est d'offrir aux innovateurs en dispositifs médicaux une plateforme robotique sur laquelle bâtir, pour qu'ils puissent se concentrer sur ce qui distingue leur système. Metamorphosis en est un bel exemple : en commençant avec KIMA dans NVIDIA Isaac for Healthcare, l'équipe a pu façonner un système à trois bras dans une salle d'opération virtuelle avant de le mettre à l'épreuve en laboratoire. »

François Boucher, VP développement des affaires, Kinova





À propos de Kinova

Kinova est un chef de file mondial de la conception et de la fabrication de bras robotiques destinés à diverses applications dans les marchés professionnel, universitaire, médical et de l'assistance. Notre mission est d'offrir à l'humanité des robots qui permettent à chacun d'accomplir l'extraordinaire, chaque jour. KIMA, la plateforme de robotique médicale de Kinova, est conçue pour le bloc opératoire.

À propos de NVIDIA Isaac for Healthcare

NVIDIA Isaac™ for Healthcare est une plateforme conçue spécifiquement pour le développement de robots destinés au secteur de la santé. Reposant sur l'architecture à trois ordinateurs de NVIDIA pour Physical AI, elle comprend des modèles préentraînés, une simulation fondée sur la physique, des chaînes de génération de données synthétiques et des bibliothèques d'exécution accélérées. Isaac for Healthcare accompagne les développeurs tout au long du processus de développement : de la collecte et de la sélection des données à la création et à l'essai de modèles d'IA dans des environnements simulés réalistes, jusqu'au déploiement en périphérie d'applications robotiques intelligentes à faible latence. Sa bibliothèque de modèles médicaux prêts pour la simulation comprend les modèles 3D des bras KIMA de Kinova.



À propos de metamorphosis

Fondée en 2018 et établie à Paderborn, en Allemagne, metamorphosis développe des solutions de navigation chirurgicale sans traceurs et l'approche Image-Native Robotics. Sa technologie alimente VELYS™ Trauma AI-Assisted Surgery de DePuy Synthes. L'entreprise utilise les images radiographiques intraopératoires comme référence pour la navigation et la robotique, sans traceurs externes fixés au patient.



metamorphosis : metamorphosis.ai

NVIDIA Isaac for Healthcare : developer.nvidia.com/isaac/healthcare

Documentation et modèles Isaac for Healthcare : isaac-for-healthcare.github.io

Statut expérimental. Le système robotique à trois bras décrit ici est expérimental. Il n'est ni homologué ni approuvé par la FDA des États-Unis, n'est offert à la vente dans aucun territoire et n'est pas approuvé pour un usage clinique.

VELYS est une marque de commerce de DePuy Synthes. NVIDIA et Isaac sont des marques de commerce ou des marques déposées de NVIDIA Corporation aux États-Unis et dans d'autres pays. Toutes les autres marques de commerce appartiennent à leurs propriétaires respectifs.

Parlez à nos experts

+1 514 277-3777

info@kinova.ca

kinovarobotics.com/medical/