

InSight-MPS

Modelling of dynamic penetration in granular soils under space conditions

Programm / Ausschreibung	ASAP, ASAP, ASAP 10 Projekte	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.05.2014	Projektende	31.10.2017
Zeitraum	2014 - 2017	Projektlaufzeit	42 Monate
Keywords	Mars surface, penetrometry, soil mechanics, modelling		

Projektbeschreibung

Das Ziel dieses Proposals ist es, das Eindringverhalten eines kleinen Penetrators unter die Oberfläche eines Planeten zu verstehen und vorherzusagen. Ein solches Instrument wird einen Teil der Payload der NASA Insight Mission bilden, die im Jahr 2016 zum Mars gestartet werden soll.

Die wichtigste Aktivität des Projekts wird die Entwicklung von Computermodellen zur Beschreibung der Bewegung eines „Mole“ bis zu einer Tiefe von mehreren Metern sein. Um dieses Ziel zu erreichen, sollen verschiedene Methoden studiert werden:

1) Eine sogenannte Pile Driving Methode, bei der existierende Algorithmen, die üblicherweise bei geotechnischen Bauprojekten angewendet werden, so modifiziert und adaptiert werden, dass sie der Geometrie und den Größenverhältnissen des InSight/HP3 mole's entsprechen.

Um dynamische Vorgänge besser beschreiben zu können wird am Beginn eine vergleichende Auswahl zwischen zwei verschiedenen methodischen Ansätzen gemacht.

1) Eine Discrete Element Methode (DEM), die in der Lage sein sollte, den Einfluss des planetaren Materials auf das Eindringverhalten des Mole zu studieren. Diese Methode ist numerisch extrem aufwendig, kann aber dazu verwendet werden, bestimmte dynamische Vorgänge zu beschreiben, die dann in den anderen Modell-Ansätzen verwendet werden können.

2) Eine Material Point Methode (MPM), die weniger Computer-Ressourcen verlangt als die DEM Methode, aber dennoch in der Lage sein könnte das Verhalten eines granularen Mediums unter der Wirkung eines Hammerschlags hinreichend genau zu beschreiben, um verlässliche Vorhersagen zu erlauben.

Die Ergebnisse der Modellrechnungen werden schließlich mit Messergebnissen aus Experimenten verglichen, die von Partnern im InSight team gewonnen werden. Darauf basierend wird dann ein Model erstellt werden, das eine bestmögliche Vorhersage des Eindringverhaltens des HP3 Mole auf der Marsoberfläche ermöglichen soll. Die Verwendung eines solchen „Numerischen Werkzeugs“ ist sehr wichtig für den Erfolg der Insight Mission: Einerseits kann es in der Entwicklungszeit vor dem Start zur Optimierung des Designs eingesetzt werden, andererseits kann es nach der Landung auf dem Mars zur Bestimmung der erdmechanischen Parameter des Mars Regolith Materials verwendet werden.

Abstract

The problem addressed in this proposal is to understand the penetration behaviour of a mole-type penetrator in a planetary soil. Such an instrument has been developed over the recent years in the frame of the HP3 project and will now form a part of the payload of the NASA InSight mission to Mars, which will be launched in 2016.

The key activity of the project will be the development of several models to describe and predict the motion of the mole from the planetary surface down to a depth of several metres. To reach this goal, three different approaches will be studied:

- 1) A so-called Pile Driving method, where existing algorithms used in geotechnical engineering will be modified and adapted to the geometry and size of the HP3/InSight mole. This type of model is easy to implement in a numerical algorithm because it demands low computational resources.

For the investigation of dynamical processes a competitive comparison will be made early in the project and one of the following methods will be selected for further use.

- 1) A Discrete Element Method (DEM), which should be able to study the influence of different particle size distributions in the planetary soil on the penetration performance of the mole. This method is numerically most demanding, but can be used to parameterise dynamical processes needed in other models.

- 2) A Material Point Method, which demands less computational resources than a DEM method, but still may be able to describe the behaviour of a soil in response to a hammer stroke in enough detail to allow reasonable predictions.

The results of the model calculations will be compared to measurement results being performed by other partners in the InSight/HP3 team. Based on this comparison a Program Package allowing a “best guess” prediction of the penetration behaviour of the mole during its movement into the subsurface of Mars will be provided. Such a numerical tool is of importance for the InSight mission both during the development phase (from now to launch) and after a successful landing and mole deployment, where it can be used to evaluate the soil parameters of the Mars regolith.

Projektpartner

- Österreichische Akademie der Wissenschaften