ETH zürich

ETH Library

Elastic computer input control in six degrees of freedom

Doctoral Thesis

Author(s):
Sundin, Martin

Publication date:
2001

Permanent link:
https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-a-004215218

Rights / license:
In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

This page was generated automatically upon download from the ETH Zurich Research Collection.
For more information, please consult the Terms of use.

Diss. ETH No. 14134

Elastic Computer Input Control in Six Degrees of Freedom

A dissertation submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY
ZURICH

for the degree of
Doctor of Technical Sciences

presented by
MARTIN SUNDIN
Master of Science in Engineering
Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden
born 4 May 1968
citizen of Hägersten, Sweden

accepted on the recommendation of
Prof. Fritz Rehsteiner, examiner
Prof. Helmut Krueger, co-examiner

2001

Chapter 1

Summary

1.1 Summary in English

Human computer interaction with six degrees of freedom (6DOF) is gaining importance because of the rapid development of 3D computer graphics. With more 3D power at lower cost new applications follow, which will be accessible for all computer users, e.g., 3D internet, 3D window managers, 3D visualisation and animation software, computer games, and interactive television. There are many input devices that have been developed to enable computer interaction in multiple degrees of freedom (e.g., data gloves, motion tracking sensors, or desktop input devices like the Space Mouse from Logitech). These developments do, however, only partly fulfil the requirements that have been pinpointed as ideal from researchers or use a technology, which is not applicable in mass production. Ideally the development of new technologies should be based on research results and profound ergonomics know-how. In reality, however, the development has been influenced more by current technical limitations.

In this PhD thesis requirements for 6DOF input are listed. Based on these requirements technologies are searched with an optimum for a target function including usability and production cost. The cost should be affordable for the wide mass of internet users. In the thesis a technical solution is presented and realised. The product is called "SpaceCat": an elastic desktop 6DOF computer input device (see figure 1.1). SpaceCat provides low production cost as well as great ergonomics properties such as:

- A workspace adapted to the hand's movement
- An elastic suspension which provides a rich sensory feed-back allowing both fast and precise manipulation

- User's choice between position or rate control

These properties makes SpaceCat appropriate both for manipulation of virtual objects (i.e., for actions like pan, zoom and rotate in a CAD-System) or navigation through virtual worlds (moving a eyepoint/viewpoint in walk through/fly through applications). The rate control works fine for navigation and coarse manipulation. However, for precise manipulation, the position control is advantageous. With a series of experiments SpaceCat's properties were evaluated against the specified requirements and in comparison to previously existing technologies.

1.2 Zusammenfassung auf Deutsch

Computerinteraktion mit sechs Freiheitsgraden (6DOF) hat in letzter Zeit stark an Bedeutung zugenommen, weil die Preise für 3D-taugliche Computersysteme in den letzten Jahren stark gesunken sind. Damit kommen neue 3D-Anwendungen, die für jeden Computeranwender verfügbar werden, wie z.B. im Bereich 3D-Internet, 3D-Visualisierungssoftware, Computerspiele und interaktives Fernsehen. Es gibt viele Geräte, die für solche Anwendungen entwickelt wurden (z.B. Datenhandschuhe, Trackingsysteme oder Desktop-Geräte wie die Space Mouse von Logitech). Diese Entwicklungen erfüllen aber nicht oder nur teilweise die Eigenschaften, die in der Forschung als ideal hervorgehoben werden oder verwenden eine Technologie, welche sich für die Massenproduktion nicht eignet. Idealerweise sollte ihre Entwicklung von einem fundierten ergonomischen Know-how getrieben sein. In der Realität wurden sie oftmals eher von den technischen Möglichkeiten gesteuert.

In dieser Dissertation werden ergonomische Kriterien für 6DOF-Eingabe aufgestellt. Anhand der Kriterien wird nach Technologien gesucht, mit welchen diese ergonomischen Anforderungen optimal erfüllt werden können. Wesentlich ist auch, dass die Technologie sich zu tiefen Kosten realisieren lässt, damit ein Anwendungsfeld wie Internetinteraktion mit der Technologie für die grosse Menge der Internetanwender bezahlbar ist. Eine Lösung wird in der Arbeit detailliert ausgearbeitet und realisiert. Das Produkt mit dem Namen "SpaceCat" ist ein elastisches Desktopeingabegerät mit sechs Freiheitsgraden (siehe Bild 1.1). SpaceCat weist sowohl tiefe Produktionskosten für eine Massenproduktion sowie gute ergonomische Eigenschaften auf, wie z.B.

- der Arbeitsraum ist der Hand angepasst

- die elastische Aufhängung vermittelt dem Benützer eine umfassende sensorische Rückkopplung, die schnelles und präzises Manipulieren ermöglicht
- der Benützer hat die Wahl zwischen Positions- und Geschwindigkeitskontrolle

Durch diese Eigenschaften wird mit SpaceCat Navigation und Manipulation mit sechs Freiheitsgraden gut unterstützt, was das Produkt für oben erwähnte Anwendungen interessant macht. Mit einer Serie Experimente wird untersucht, inwiefern die Lösungen die aufgestellten Kriterien erfüllen und wie die neue Technologie funktioniert im Vergleich zu herkömmlichen Produkten.

Die Entwicklung der SpaceCat ist ein Beispiel für eine Produktentwicklung im Rahmen der Hochschule. Wissen aus verschiedenen Institutionen und Firmen ist in der Produktentwicklung zusammengeflossen und hat ein marktfähiges Produkt hervorgebracht. Momentan werden solche Entwicklungen vermehrt durch Hochschulen und Förderinstanzen unterstützt. Die Zielsetzung ist, die Wirtschaft zu beleben, indem wissenschaftliche Erkenntnisse wirtschaftlich umgesetzt werden. In dieser Arbeit wird beschrieben wie die Produktentwicklung durchgeführt wurde. Ich denke, dass die Projektorganisation als Modell für weitere ähnliche Projekte dienen kann.