



Doctoral Thesis

Computergestützte regionale Lawinenprognose

Author(s):

Brabec, Bernhard

Publication Date:

2001

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004179722> →

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 Nr. 14232

COMPUTERGESTÜTZTE REGIONALE LAWINENPROGNOSE

Abhandlung zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

Bernhard Brabec

Dipl. Informatik Ing. ETH
ETH Zürich
geboren am 6. Juli 1969
von Innsbruck, Österreich

Angenommen auf Antrag von

Frau Prof. Dr. M. C. Norrie, Referentin
Prof. Dr. H. Hinterberger, Korreferent
Dr. W. Ammann, Korreferent

2001

Zusammenfassung

In dieser Dissertation werden Methoden vorgestellt, um die effiziente und effektive Warnung vor Naturgefahren, im speziellen vor Lawinen, zu unterstützen. Von zentraler Bedeutung ist die rechtzeitige Übermittlung der Warninformation in einer geeigneten Darstellung. Das Computersystem unterstützt den gesamten Warnprozess von der Entscheidungsfindung bezüglich der Einschätzung der Gefahr bis zur Verteilung der Warninformation an die betroffene Bevölkerung. Für die Einschätzung der Lawinengefahr wird eine fünfteilige ordinale Skala verwendet.

Ein Prognosemodell wird vorgestellt, das mit einer Datenbank aus Messdaten und dazugehörigen Gefahreinschätzungen neue Situationen beurteilen kann. Dieses Modell beruht auf der Methode der Nearest-Neighbors. Eine gewichtete euklidische Distanzmetrik wird verwendet. Aus den zehn ähnlichsten Situationen wird durch das arithmetische Mittel eine neue Einschätzung bestimmt. Durch Entscheidungsgrenzen wird die Zuordnung zu einer der fünf Gefahrenstufen festgelegt. Mit einer räumlichen Interpolation zwischen einer Reihe von Messtationen kann auch eine flächige Beurteilung vorgenommen werden. Die Koppelung des Modells an die Daten der Wetterprognose erlaubt zudem eine Prognose in die unmittelbare Zukunft. Die Evaluation wird durch Kreuzvalidierung auf dem historischen Datensatz durchgeführt. Aus dieser Evaluation werden auch die Entscheidungsgrenzen errechnet.

Die Beschreibung der Gefahr wird formal definiert. Die wichtigsten Elemente dieser Beschreibung sind eine fünfstufige Gefahrenstufe, eine Gefahrenart und besonders gefährdete Geländeteile in Bezug auf Exposition, Höhenlage und Art des Geländes. Diese Bestandteile können gefahrenspezifisch angepasst werden. Diese Definition erlaubt den Aufbau eines Systems zur Erfassung der Gefahr in einem relationalen Datenbanksystem und die Abfrage der Einschätzungen nach verschiedenen Kriterien. Ein kartenbasierter Editor zur Erfassung der Gefahr wird vorgestellt. Die räumliche Zuordnung der Gefahr erfolgt durch die Definition von homogenen Kleinstgebieten und die Definition von geographischen Begriffen basierend auf dieser Einteilung. Die Resultate des Prognosemodells stehen in diesem Editor direkt zur Verfügung. Ausserdem kann dieser Editor zur Erstellung der Datenbasis für das Prognosemodell verwendet werden. Ein ortsbasiertes Gefahrenprodukt erlaubt die Abfrage der Gefahreinschätzung mittels WAP-Handy, auch wenn der Anwender seinen Standort nicht kennt.

Regionale Lawinenbulletins, die die wesentlichen Elemente der Warnung (eine Karte der Gefahrenstufen, Wetterinformation und aktuelle Daten von Messtationen) enthalten, werden präsentiert. Dieses neue Produkt ist besonders an die Möglichkeiten des Internets angepasst. Ein Editor mit Schnittstellen zum Gefahreneditor, der Wetterprognose und aktuellen Daten ermöglicht die rasche Erstellung und Verteilung des Produkts. Ein Satzgenerator erlaubt die Konstruktion einfacher, vordefinierter Sätze in der Muttersprache des Prognostikers und die Übersetzung in mehrere Zielsprachen. Eine Weiterentwicklung des Produkts in Form von Videoprognosen wird gezeigt. Dabei wird durch die Warninformation der gezeigte Ablauf gesteuert.

Diese Konzepte werden am Beispiel der Lawinenprognose ausgeführt. Das System RAIFoS (Regional Avalanche Information and Forecasting System) umfasst ein Prognosemodell, einen Editor zur Erstellung von Karten der Gefahrenstufen und einen Editor für die Erstellung Regionaler Lawinenbulletins. Dieses System wurde am Eidgenössischen Institut für Schnee und Lawinenforschung, Davos zwischen 1997 und 2000 in Betrieb genommen.

Abstract

The goal of this work is to support the warning of natural hazards efficiently and effectively. To disseminate warning information within a short time period and to present it in an appropriate graphic representation are of great importance to the public. The proposed computer system supports the warning process from decision support to the distribution of warning information to the endangered people in terms of a 5-level ordinal scale.

We present a forecasting model which uses a database of measurements and corresponding hazard assessments in order to judge new situations. This model is based on the method of nearest-neighbors. We use a Euclidean weighted distance metric. A new hazard estimation is arrived at by calculating the arithmetic mean from the 10 most similar situations. Decision boundaries are used to assign one of the five hazard levels. Spatial interpolation techniques allow us to predict hazard estimations between the observation stations. The model is coupled to the weather forecast and can therefore calculate a true forecast. The evaluation of the model is done by cross-validation of the historical database. From this evaluation we have also derived optimized decision boundaries.

The description of the hazard is formally defined. The most important parts of this description are a 5-level hazard scale, the type of hazard and the most endangered terrain parts concerning aspect, height and topography. This description can be adapted to different hazards. With this definition we are able to construct a system to register the danger in a relational database and query the system in terms of various criteria. We present a GIS-based editor for the registration and management of hazard estimations. The spatial assignment of the hazard is done by defining homogeneous unit-areas. Based on these unit-areas geographical terms have been defined. The results of the forecast models are integrated within the editor. Furthermore this editor has been used to construct the historic database of the models. Local-based forecasts can be used to request information using WAP-capable mobile phones. This service does not require that the user knows his location by name.

We present a new product called regional avalanche forecasts. These forecasts contain the most important elements of warning: a hazard map, a weather forecast and current data of automatic stations. Regional forecasts are especially adapted to the Internet. An editor integrating the results of the GIS-based hazard editor, the weather forecast and data from automatic stations automatically, allows the forecaster to quickly construct and disseminate the forecasts. A sentence generator translates hazard related sentences of a simple structure into different languages. These forecasts have been further developed into so-called video bulletins. The course of the video is controlled by current warning information.

The concepts outlined above have been implemented with a system for avalanche warning called RAIFoS (Regional Avalanche Information and Forecasting System). This system consists of three complementary modules: a regional avalanche forecasting model, an editor for editing maps of the current avalanche hazard and an editor for constructing regional forecasts. A first version of this system was put into operation at the Swiss Federal Institute for Snow and Avalanche Research, Davos in 1997. Between 1997 and 2000 the operational system has been gradually extended and improved based on the work described in this thesis.