Organisation der Datenverwaltung für gebietsbezogene Simulation der C-und N-Dynamik

UWE FRANKO, HALLE

Abstract

Simulation of carbon and nitrogen dynamics in rural landscapes requires a huge amount of data and produces also a lot of results. This paper is going to describe a database management for the organization of the input data preparation, simulation controling and presentation of simulation results. The basic idea is a central simulation server that can be employed by different users in a network.

1 Problemstellung

Inhalt und Aufbau des Simulationssystems CANDY zur Untersuchung wichtiger Bodenprozesse in Agrarökosystemen wurden mehrfach erläutert (Franko et al., 1995). Durch Integration in ein Geographisches Informationssystem besteht die Möglichkeit zur Regionalisierung. Die gebietsbezogene Simulation erfordert jedoch umfangreiche Datenmengen bezüglich Boden, Bewirtschaftung und Klima. Gleichzeitig entstehen große Ergebnismengen, die effizient zu verwalten sind. Um diesen Anforderungen besser als in der Vergangenheit entsprechen zu können, wurde ein Datenbankkonzept nach dem Client/Server Prinzip realisiert. Eine zentrale Datenbank (vgl. Abb. 1) ermöglicht Nutzern im Netzwerk den Aufbau des Datenbestandes, die Vorbereitung der Simulation, die Archivierung der Ergebnisse und die Zusammenstellung spezieller Datensätze für die Auswertung. Im folgenden wird das Vorgehen bei der Arbeit mit dieser Datenbank näher erläutert.

2 Aufbau des Datenbestandes

Die geographische Charakteristik des zu behandelnden Gebietes wird in zwei Tabellen (Regionen, GeoWerte) erfaßt. Die Verwaltung der Geodaten erfolgt mit dem System ARC/INFO bzw. ARC/VIEW. Aus geographischer Sicht wird das Gebiet durch die Informationsschichten Boden, Klima und Landnutzung beschrieben. In einem Vorbereitungsprozess wird (im allgemeinen durch Verschnitt der einzelnen Schichten) eine digitale Karte erzeugt, deren fortlaufend numerierte Einheiten (Patches) im Hinblick auf die Attribute Boden, Landnutzung und Klima homogen sind. Die Karte soll als shape-file vorliegen und die Basis für die spätere Darstellung von Ergebniskarten bilden. Die regionalisierten Informationen liegen als DBASE-Tabelle mit folgenden Attributen vor: *patch, boden, wetter, r_faktor, gebiet, parzelle.*

Das Bodenattribut bezeichnet dabei im allgemeinen eine Bodenformgesellschaft, deren Parametrisierung später erläutert wird. Die Landnutzung wird durch zwei Attribute beschrieben: *gebiet* (im allgemeinen die Kurzbezeichnung einer CANDY-Datenbank mit Informationen eines realen oder virtuellen landwirtschaftlichen Betriebes) und *parzelle* (Schlagname in der CANDY-Datenbank). Das Klima eines Patches wird charakterisiert durch die Zuordnung zu einer Wetterstation(*wetter*) und einem Faktor (*r_faktor*), der die Relation der Niederschlagsintensität des jeweiligen Patches bezogen auf die Niederschlagsmeßreihe der referenzierten Wetterstation bezeichnet.

Die Tabelle REGIONEN enthält neben einer Kurzbezeichnung einen Kommentar, die shape-files und einen Schlüssel (*region_id*). Unter diesem Schlüssel werden die Datensätze der oben erläuterten dBase-Tabelle in GeoWerte gespeichert. Als eindeutiger Index dient hier der Schlüssel *geowert_id.*

Eine Simulationsaufgabe enthält neben der Beschreibung der Region ein spezielles Szenario, das den Ablauf der Bewirtschaftungsaktivitäten bestimmt. Die Tabelle SZENARIO

enthält neben der Kurzbezeichnung eine ausführliche Beschreibung, Anfangs- und Endtermin. sowie einen internen Schlüssel (*szenario_id*).

Die Bewirtschaftungsdaten werden mit Hilfe des CANDY-Systems in der gewohnten Weise erfaßt. Dabei werden für logische Einheiten CANDY-Datenbanken angelegt, die eine Reihe von Schlägen enthalten, für die eine Bewirtschaftungsabfolge simuliert werden soll. Im Rahmen der Szenariodefinition erfolgt der Import der lokalen CANDY-Daten, bestehend aus Festdaten und Massnahmedaten. Voraussetzung für diesen Schritt ist, daß die Bezeichner der Datenbanken sowie die Schlagbezeichnung in den Festdaten mit den Angaben in der GEOWERTE- Tabelle übereinstimmen. Zuordnungen zu einem Bodenprofil oder zu einer Wetterstation in den CANDY-Festdaten werden übernommen, spielen aber für die Gebietssimulation keine Rolle, da hier die GeoWert-Informationen benutzt werden. Im Rahmen des Imports werden eine Reihe von Datenprüfunge durchgeführt und als erster Schritt für die Simulationsvorbereitung die Tabelle CDYXGIS aufgebaut, in der die CANDY-Beirtschaftungsdaten mit den geographischen Informationen verknüpft werden. Die Datenprüfung sichert die Konsistenz der Datenbank im Hinblick auf die Bodendaten, die Wetterdaten, die schlagbezogenen Bewirtschaftungsdaten und die CANDY-Parameter.

Der zweite Schritt der Simulationsvorbereitung besteht in der Identifikation eindeutiger Simulationsobjekte, was in engem Zusammenhang mit der Parametrisierung des Boden-Attributes steht.

Wie bereits erwähnt wird von einer Kartierung von Bodenformgesellschaften ausgegangen, in denen mehrere Bodenprofile in unterschiedlichem Maße auftreten. Die Zuordnung der Bodenprofile zu einer Bodenformgesellschaft erflogt durch die Tabelle STRPROFILE mit den Attributen: *str_typ* (Schlüssel der Bodenformgesellschaft in GEOWERTE und CDYXGIS), *profil* (Referenz zur Tablles des Profilaufbaus) und *gewicht* (Wichtung des speziellen Profils in der Bodenformgesellschaft). Der Aufbau eines Profils aus einzelnen Horizonten und die speziellen Parameter der jeweiligen Horizonte sind in zwei separaten Tabellen gespeichert, die in ihrem Aufbau dem einfachen CANDY-System entsprechen.

Um die Heterogenität des Bodens in den Kartiereinheiten abzubilden, erfolgt für jedes Profil einer Bodenformgesellschaft eine separate Simulation. Die Ergebnisse der einzelnen Simulationen werden später als gewogenes Mittel dargestellt.

Zur Identifikation eindeutiger Simulationsobjekte werden die Bodengesellschaften in einzelne Profile zerlegt. Redundanzen können dadurch entstehen, daß unterschiedliche Bodenformgesellschaften gleiche Profile enthalten, so daß nur eine Simulation notwendig ist - falls sich die betreffenden Patches nur im Hinblick auf den Boden unterscheiden. Durch Erzeugen einer Tabelle Objekte mit den Attributen *objekt_id* (Schlüssel), *cdy_id* (Referenz zu CDYXGIS) und profil (Referenz zu STRPROFILE) wird genau der Datensatz ermittelt, der ausreichend ist, um die gewählte Region zu beschreiben.

3 Wetterdaten

Parallel zu der hier beschriebenen Datenbank existiert eine Wetterdatenbank, die unter anderem die für die CANDY-Simulation erforderlichen Wetterdaten (Lufttemperatur, Globalstrahlung oder Sonnenscheindauer und Niederschlag) als Tageswerte enthält. Die Zeitreihen aller erfassten meteorologischen Elemente sind dabei einer realen Wetterstation zugeordnet. Aus verschiedenen Gründen – häufig infolge des Ausfalls eines oder mehrerer Sensoren - kann es erforderlich sein, den Datensatz für die CANDY - Simulation aus den Meßwerten verschiedener Stationen zusammenzufügen. Dazu enthält die Wetter-Datenbank Eine Tabelle mit virtuellen Stationen, die durch das Wetter-Attribut der GEOWERTE-Tabelle referenziert werden. In einer speziellen Referenzliste wird für diese virtuellen Stationen ein Datenbestand in der Form: *Anfang, Ende, Element, Wetterstation* zusammengesetzt. Auf diese Weise können nicht nur Fehlstellen überbrückt werden, sondern es können die häufig in höherer räumlicher Dichte vorhandenen Niederschlagsmeßstellen problemlos für den Aufbau des Datenbestandes herangezogen werden.

4 Organisation der Simulation

Die Simulation erfolgt auf mehreren vernetzten PC's, auf denen jeweils ein lokales CANDY-System arbeitet und seine Ergebnisdaten auf einem zentralen fileserver ablegt. Dazu ist die erforderliche Simulationsumgebung bestehend aus Wetterdaten, Festdaten, Maßnahmedaten und Parameterdaten sowie eine Liste mit allen zu behandelnden Simulationsobjekten herzustellen. Dieser Arbeitsschritt wird ebenso wie der oben erläuterte Aufbau des Datenbestands durch eine unter DELPHI entwickelte Anwenderoberfläche unterstützt. Der Nutzer wählt hier nur noch Region, Szenario und aufzuzeichnende Zustandsgrößen sowie spezielle Einstellungen für die Simulation aus und veranlaßt das System zur Erzeugung der erforderlichen Datenbestände auf dem fileserver, von dem ausgehend die Abarbeitung der Simulationsliste organisiert wird. Auf jedem Simulationsrechner wird ein Steuerprogramm gestartet, das zunächst die Simulationsumgebung vom Server auf ein lokales temporäres Verzeichnis überträgt. Anschließend wird bis zur vollständigen Abarbeitung der zentralen Simulationsliste folgendes Schema durchlaufen: Suchen einer neuen Simulationsaufgabe, Start der lokalen CANDY-Simulation, Übertragung der Ergebnisdaten (ASCII-file) zum Server. Jeder Datensatz der zentralen Liste wird dazu mit einer Statusinformation (neu, fertig oder fehlerhaft) und dem eindeutigen Bezeicher des Simulationsrechners gekennzeichnet.

5 Ergebnisverwaltung

Die im ASCII-Format vorliegenden Ergebnisdateien werden in die Tabelle ERGEBNISSE importiert. Die Attribute dieser Tabelle sind *objekt_id* (Referenz zu Objekte), *merkmal_id* (Referenz zur MERKMAL-Tabelle mit Bezeichnung, Typisierung und Maßeinheit der jeweiligen Zustandsgröße), *datum* und *wert*.

Die Präsentation der Simulationsergebnisse kann sowohl als thematische Karte des gesamten Gebietes für einen Zeitabschnitt als auch in Form eines Diagramms für einen Patch und ein gewähltes Zeit-Intervall erfolgen. Auch hier wird der Nutzer durch eine unter DELPHI entwickelte Oberfläche unterstützt. Durch Verwendung fertiger Komponenten für die Karten- bzw. Diagrammdarstellung gerät die Entwicklungsarbeit relativ einfach und bezieht sich im wesentlichen auf die Organisation der Datenverwaltung.

6 Probleme

Prinzipiell stellt die oben beschriebene Lösung eine Möglichkeit dar, um vernetzten Anwendern den Zugriff auf ein zentrales Simulationssystem zu ermöglichen. Die zentrale Wartung der Simulationssoftware entlastet den Endanwender, der sich nur noch auf seine speziellen Untersuchungen konzentrieren muß. Die gemeinsame Nutzung von Datenbeständen im Hinblick auf Boden- und Wetterdaten birgt ebenfalls einen nicht zu unterschätzenden Rationalisierungseffekt. Die Probleme liegen in erster Linie bei der Datenbankperformance. So kann die Abfrage der Ergebnisstabelle einschließlich der Datenaufbereitung für die Kartendarstellung mehrere Minuten dauern. Berücksichtigt man jedoch, daß Zeitaufwand für die Simulation in Stunden und für die Datenerhebung mindestens in Tagen zu messen sind, kann man diesen Nachteil sicher um so leichter verschmerzen als er durch die technische Entwicklung sicher in Kürze ausgeglichen wird.

Szenario	Regionen	GeoWerte	CDYDABA
szenario_id	***region_id***	***geowert_id***	***db_id***
region_id	beschreib	region_id	name
problem	(karte)	patch	szenario_id
beschreib		flaeche	stc_file

anfang	boden
ende	wetter
	r_faktor
	gebiet
	parzelle

CDYxGIS	Objekte	Ergebnisse	Merkmal	CDYFDA
cdy_id	***objekt_id***	objekt_id	***merkmal_id***	***plot_id***
szenario_id	cdy_id	merkmal_id	name	db_id
geowert_id	profil	datum	einheit	sbez
wetter		wert	kurzbez	snr
nutzung			fehlwert	utlg
str_typ			typ	geobreite
			objektnr	imission
			faktor	nied
				standort
				wetter
				startdat
				crep
				nlevel
				nfkO
				simstand
				massnahme
				statusanf
				statusend

STRTypen	STRProfile	Profile	PROFILxHORIZ	Horizonte	CDYMAS
str_typ	str_typ	profil	profil	name	db_id
bezeichng	gewicht	horiz_anz	horizont	trd	plot_id
profil_anz	profil	bezeichng	horiz_name	tsd	datum
				tsd	macode
				fkap	wert1
				pwp	wert2
				lamda	origwert
				...	rein
					spez

Abb. 1: Aufbau der SQL-Datenbank DB_CANDYERG

7 Literatur

FRANKO, U., OELSCHLÄGEL, B.; SCHENK, S. (1995): Modellierung von Bodenprozessen in Agrarlandschaften zur Untersuchung der Auswirkungen möglicher Klimaveränderungen. Abschlußbericht zum BMFT-Projekt 01LK9106/2. UFZ-Bericht 3/1995, Leipzig.