

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ЩОДО ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ МІСЦЕВОСТІ ПРИ ДИСТАНЦІЙНОМУ ЗОНДУВАННЮ ЗЕМЛІ ІЗ ФОТО ТА РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Робота присвячена розгляду сучасного стану та тенденції застосування імітаційного моделювання для проведення математичного моделювання даних про місцевість отриманих із обробки цифрових знімків, як від фото так і радіолокаційних систем авіаційно-космічного базування. Актуальність розгляду стану та тенденцій розвитку технологічних підходів в моделюючих системах обумовлена практичною необхідністю отримання даних від фото та радіолокаційних зображень об'єктів зони огляду системи з урахуванням зростаючих вимог до оперативності й точності визначення (виявлення) зображень об'єктів спостереження в реальному масштабі часу в складних умовах.

Наведена загальна структура побудови технології які застосовуються для імітаційного моделювання об'єктів місцевості визначені основні перспективи практичного застосування цих технологій при вирішенні завдань класифікації та моніторингу об'єктів місцевості.

Наведено оцінки основних технологічних підходів щодо зображень об'єктів при застосуванні розглянутих систем та оцінки точності визначення координат місцевості. Розглянуто канали передачі інформації в процесі отримання та обробки даних від фото та радіолокаційних систем дистанційного зондування землі.

Також як приклад приведено ланцюгово-вузлову модель просторових даних про об'єкти, які отримано в ході дистанційного зондування Землі і представляються лінійними і точковими. Для створення географічної основи щодо подальшого моделювання різноманітних телекомунікаційних систем та систем зв'язку. Це дозволить більш точно розробляти телекомунікаційні системи та перш за все системи зв'язку, враховуючи географічні дані і враховувати кути закриття при формуванні стільникового зв'язку.

Ключові слова: імітаційне моделювання, імітаційна система, модельований процес, векторна модель, провідні лінії зв'язку, канали передачі, шифрування.

Вступ. Останніми роками основні досягнення в різних галузях науки і техніки нерозривно пов'язані з процесом удосконалення ЕОМ. Сфера експлуатації ЕОМ – бурхлива галузь людської практики, яка стимулює розвиток нових теоретичних і прикладних напрямків [1]. Ресурси сучасної інформаційно-обчислювальної техніки дають можливість ставити і вирішувати математичні завдання такої складності, які в недавньому минулому здавалися нереалізованими, наприклад, моделювання великих систем.

Історично першим вважається аналітичний підхід – дослідження систем, де ЕОМ використовувалася в якості обчислювача за аналітичними співвідношеннями. Аналіз характеристик процесів функціонування великих систем за допомогою тільки аналітичних методів досліджень наштовхується зазвичай на значні труднощі, що призводять до необхідності істотного спрощення моделей або на етапі їх побудови, або в процесі роботи з моделлю, що може викликати отримання недостовірних результатів. Тому з'явилося математичне моделювання – процес встановлення співвідношення реального об'єкту та деякої математичної моделі і дослідження цієї моделі для отримання характеристик об'єкта.

Основна частина. Розглянемо види моделювання та моделі. За приклад візьмемо математичну модель.

Математична модель процесу як система співвідношень виду

$$\begin{cases} y_1(t) = f_1(x_1, x_2, \dots, x_{nX}; V_1, V_2, \dots, V_{nV}; h_1, h_2, \dots, h_{nH}; t) \\ y_2(t) = f_2(x_1, x_2, \dots, x_{nX}; V_1, V_2, \dots, V_{nV}; h_1, h_2, \dots, h_{nH}; t) \\ \dots \\ y_{nY}(t) = f_m(x_1, x_2, \dots, x_{nX}; V_1, V_2, \dots, V_{nV}; h_1, h_2, \dots, h_{nH}; t) \end{cases}, \quad (1)$$

де m – підсистеми, $y_1(t), y_2(t), \dots, y_{nY}(t)$ – характеристики підсистем, x_1, x_2, \dots, x_{nX} – параметри підсистеми, h_1, h_2, \dots, h_{nH} – вхідні дії на підсистеми, v_1, v_2, \dots, v_{nV} – вплив зовнішнього середовища на підсистеми.

Математичне моделювання ділиться на аналітичне, імітаційне і комбіноване.

При аналітичному моделюванні співвідношення процеси об'єкта описуються у вигляді функціональних співвідношень (алгебраїчних, інтегро-диференціальних, різницевих тощо) або логічних умов, які вирішуються або в загальному вигляді, або за конкретними початковими даними (численними методами на ЕОМ), або якісно (наприклад, оцінка стійкості рішення).

Імітаційне моделювання у світовій практиці набуває все більшого використання при розробці та перевірці [2].

Імітаційне моделювання зводиться до проведення експериментів з моделлю шляхом багаторазового прогону програми з деякою множиною даних – середовищем системи [3]. Під час імітаційного моделювання можуть бути задіяні не тільки програмні засоби, але й технічні, люди та реальні системи. З математичної точки зору імітаційну модель можна розглядати як сукупність рівнянь, які розв'язуються з використанням численних методів у разі кожної зміни модельного часу. Цінність імітаційного моделювання полягає в тому, що воно ґрунтується на методології системного аналізу і дає змогу досліджувати проєктовану систему з використанням технології операційного дослідження.

Імітаційна система реалізується на ЕОМ і дозволяє досліджувати імітаційну модель M , що задається у вигляді певної сукупності окремих блокових моделей і зв'язків між ними в їх взаємодії у просторі та часі при реалізації якого-небудь процесу. Можна виділити три основні групи блоків: блоки, що характеризують модельований процес функціонування системи S ; блоки, які відображають зовнішнє середовище E і його вплив на реалізований процес; блоки, що грають службову, допоміжну роль, забезпечуючи взаємодію перших двох, а також виконують додаткові функції з отримання та обробки результатів моделювання. Крім того, імітаційна система характеризується набором змінних, за допомогою яких вдається управляти досліджуваним процесом, і набором початкових умов, які можна змінювати під час проведення машинного експерименту.

Забезпечення імітаційного моделювання.

Імітаційна система реалізується на ЕОМ і дозволяє досліджувати імітаційну модель M , що задається у вигляді певної сукупності окремих блокових моделей і зв'язків між ними в їхній взаємодії у просторі та часі при реалізації якого-небудь процесу. Можна виділити три основні групи блоків:

- блоки, що характеризують модельований процес функціонування системи S ;
- блоки, що відображають зовнішнє середовище E і його вплив на реалізований процес;
- блоки, що грають службову, допоміжну роль, забезпечуючи взаємодію перших двох, а також виконують додаткові функції з отримання та обробки результатів моделювання.

Крім того, імітаційна система характеризується набором змінних, за допомогою яких з'являється можливість керувати досліджуваним процесом, і набором початкових умов, коли можна змінювати умови (план) проведення машинного експерименту.

Математичне забезпечення імітаційної системи – сукупність математичних співвідношень, що описують поведінку реального об'єкта, сукупність алгоритмів, що забезпечують як підготовку (введення вихідних даних), так і роботу з моделлю (імітація, висновок, обробка результатів).

Програмне забезпечення – сукупність програм: планування експерименту, імітаційної моделі, проведення експерименту, обробки та інтерпретації результатів, синхронізації процесів у моделі (псевдопаралельне виконання процесів у моделі).

Інформаційне забезпечення – засоби та технологія організації та реорганізації бази даних моделювання, методи логічної і фізичної організації масивів, форми документів, що описують процес моделювання і його результати.

Технічне забезпечення – засоби обчислювальної техніки, зв'язку та обміну між оператором і мережею ЕОМ, введення і виведення інформації, керування проведенням експерименту.

Ергономічне забезпечення – сукупність наукових і прикладних методик та методів, а також нормативно-технічних і організаційно-методичних документів, що створюють оптимальні умови для високопродуктивної діяльності людини у взаємодії з моделювальним комплексом.

Модель об'єкта моделювання, системи S , можна представити у вигляді безлічі величин, що описують процес функціонування реальної системи і утворюють в загальному випадку наступні підмножини: сукупність вхідних впливів на систему

$$x_i \in X, i = \overline{1, n_x}. \quad (2)$$

Процес функціонування системи S описується в часі оператором F_s , який в загальному випадку перетворює екзогенні змінні в ендогенні відповідно до співвідношеннями виду

$$\vec{y}(t) = F_s(\vec{x}, \vec{v}, \vec{h}, t). \quad (3)$$

Основні переваги імітаційного моделювання при дослідженні систем:

- можливість дослідити особливості процесу функціонування системи S за будь-яких умов;
- за рахунок застосування ЕОМ істотно скорочується тривалість випробувань у порівнянні з натурним експериментом;
- результати випробувань реальної системи або її частин можна використовувати для проведення імітаційного моделювання;
- гнучкість варіювання структури, алгоритмів і параметрів модельованої системи під час пошуку оптимального варіанта системи;
- для складних систем – це єдиний практично реалізований метод дослідження процесу функціонування систем.

Основні недоліки імітаційного моделювання:

- для повного аналізу характеристик процесу функціонування систем і пошуку оптимального варіанта потрібно багато разів відтворювати імітаційний експеримент, варіюючи вихідні дані завдання;
- великі витрати машинного часу.

На зорі розвитку геоінформаційних систем найпопулярнішими були растрові ГІС. З комп'ютерами малої потужності виконувати обробку просторової інформації було зручно саме в растровому вигляді.

У растрових ГІС дані зберігаються у вигляді таблиць – сіток з осередками, що нагадують за внутрішньої організації растрові файли форматів BMP, GIF і інших форматів без стиснення.

Кожен прямокутник має унікальний номер, що складається з позицій у стовпчику (I) і рядку (J) матриці, що задає його положення щодо суміжних осередків. З рис. 1 видно, що, знаючи координати першого осередку і користуючись I та J , можна легко перейти до координат будь-якого іншого осередку матриці:

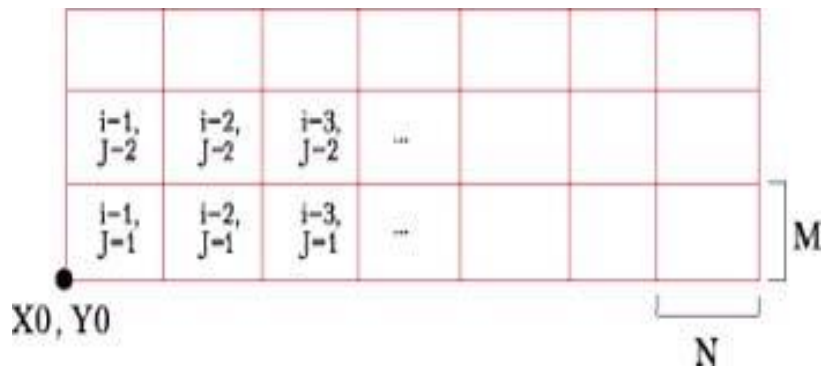


Рисунок 1 – Координати комірок у «сітці» растрової моделі

Векторна модель даних призначена для зберігання інформації про просторові об'єкти, межі яких описуються за допомогою координат. Кордон просторового об'єкта формується за допомогою геодезичних або картометричних вимірювань шляхом апроксимації контуру об'єкта і «перетворюється» на послідовність координат поворотних точок ділянок кордону. У загальному випадку об'єкт може мати як зовнішній, так і внутрішній кордон. Наприклад, водна поверхня озера матиме кілька кордонів, якщо посеред нього розташовані острова.

Контур або набір контурів просторового об'єкта є неподільною одиницею зберігання просторової інформації, з якою пов'язані атрибути об'єкта. У векторній моделі в якості єдиного і неподільного може бути представлений тільки той просторовий об'єкт, який характеризується однаковим набором атрибутів і їхніх значень.

Особливості зберігання топологічної інформації

Навіщо потрібна топологічна інформація? Справа в тому, що будь-які вимірювання координат об'єктів, виконані геодезичними або картометричними методами, мають певну точність. Знання точності визначення координат необхідно для практичної роботи з цифровими картами і геоінформаційними системами, в іншому випадку не уникнути серйозних помилок.

Наприклад, маючи карту з річками, відображеними лініями, і населеними пунктами, відображеними точками, потрібно за допомогою ГІС виявити, з якого боку річки знаходиться населений пункт. На рис. 2 показана ситуація, коли невисока точність карти перешкоджає встановленню правильної відповіді на це питання.

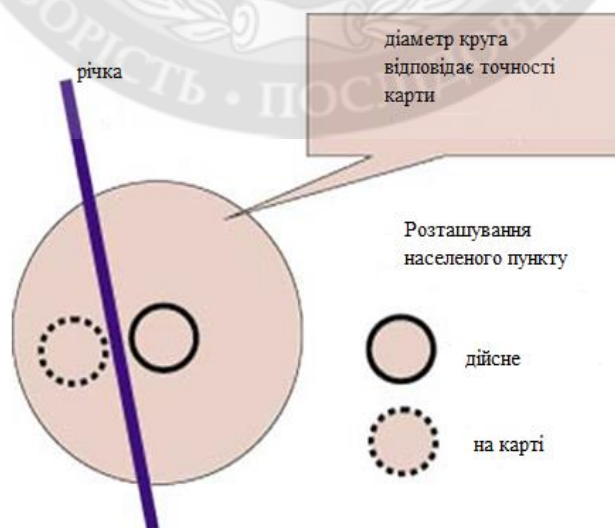


Рисунок 2 – Спотворення взаємного просторового положення об'єктів через високу точність карти

При створенні цифрових карт необхідно уважно стежити за дотриманням топологічних співвідношень між об'єктами: розташування праворуч-ліворуч, зверху-знизу, всередині-зовні, примикання одного об'єкта до іншого тощо.

Фахівці ESRI Inc. (США) розробили спеціальну ланцюгово-вузлову модель даних, яка заснована на використанні реляційної моделі даних і дозволяє уникати помилок в топологічних відносинах між об'єктами.

В рамках ланцюгово-вузлової моделі просторові дані про об'єкти представляються лінійними і точковими. Лінійні примітиви використовуються для відображення кордонів лінійних і площових об'єктів, точкові - для відображення точкових об'єктів і внутрішніх областей площових об'єктів. Також використовуються спеціальні примітиви - вузли, які вказують точки примикання кордонів один до одного. Інформація про об'єкти зберігається у двох службових реляційних таблицях - ААТ (Arc Attribute Table - таблиця атрибутів дуг) і РАТ (Point Attribute Table - таблиця атрибутів точок) [5]. Поєднання елементів ланцюгово-вузлової моделі і структури таблиць ААТ і РАТ наведено на рис. 3.

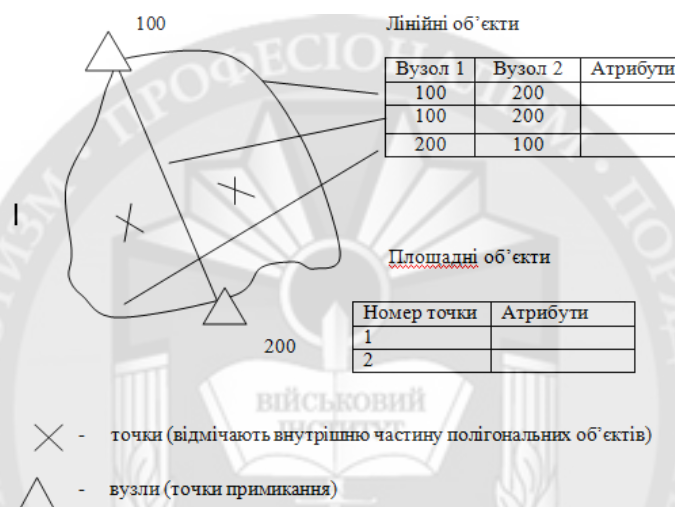


Рисунок 3 – Елементи ланцюгово-вузлової моделі і структури таблиць ААТ і РАТ

В основі концепції сховищ даних лежать такі основоположні ідеї:

- інтеграція раніше роз'єднаних деталізованих даних (історичні архіви, дані з традиційних систем обробки документів, розрізнених баз даних, дані із зовнішніх джерел) в єдиному сховищі даних;
- тематичне і часове структурування, узгодження і агрегування;
- поділ наборів даних, що використовуються для операційної (виробничої) обробки, і наборів даних, що використовуються для вирішення завдань аналізу.

Передача інформації каналами зв'язку

За видом сигналів, які передаються у фізичному середовищі розповсюдження (лініях зв'язку), системи передачі поділяються на аналогові і цифрові. В аналогових системах сигнали, які переносять інформацію по середовищу поширення, є безперервними функціями безперервного часу. У цифрових системах сигнали, які переносять інформацію по середовищу поширення, є дискретними функціями безперервного часу і являють собою в більшості випадків двійкові послідовності імпульсів.

При цьому вхідні сигнали системи передачі, що містять корисну інформацію, можуть бути будь-якого виду (наприклад, аналогові при передачі голосу або дискретні при передачі даних).

В основі побудови аналогових систем передачі лежить принцип частотного ущільнення каналів, який називають мультиплексовим з частотним поділом каналів. Цей принцип, в свою чергу, базується на тому, що ширина спектра переданих сигналів зазвичай істотно нижча, ніж

смуга пропускання фізичного середовища поширення. З цієї причини передавати тільки один сигнал по лінії зв'язку не вигідно, оскільки загальна смуга пропускання каналу буде використана незначно. Наприклад, смуга частот (спектр) мовного сигналу, що забезпечує рівень розбірливості слів 90%, становить 3100 Гц і розміщується в смузі стандартного телефонного каналу зв'язку в діапазоні 300 ... 3400 Гц.

Для виключення впливу сусідніх каналів один на одного через накладення спектрів, викликаних неідеальністю смугових фільтрів, в якості розрахункової ширини смуги телефонного каналу приймається величина 4 кГц. При цьому захисна смуга частот між двома сусідніми каналами становить 900 Гц.

Разом із тим смуга пропускання кабельної лінії зв'язку (спектр ефективно переданих частот) може становити кілька мегагерц, що дозволяє передавати по даній лінії зв'язку сотні і тисячі мовних сигналів. Для реалізації такої багатоканальної системи передачі частотні спектри різних сигналів повинні бути зрушені відносно один одного так, щоб вони займали неперекриваючі частотні смуги. Це досягається застосуванням в аналогових системах передачі височастотних несучих синусоїдальних коливань, параметри яких (амплітуда, частота і фаза) змінюються (модуються) пропорційно величині переданих корисних сигналів.

Провідні (повітряні) лінії зв'язку використовуються для передачі телефонних і телеграфних сигналів, а також для передачі комп'ютерних даних. Ці лінії зв'язку застосовуються як магістральні.

По провідних лініях зв'язку можуть бути організовані аналогові і цифрові канали передачі даних. Швидкість передачі по провідних лініях, "простій старій телефонній лінії" (POST - Primitive Old Telephone System) є дуже низькою. Крім того, до недоліків цих ліній належать перешкодозахищеність і можливість простого несанкціонованого підключення до мережі.

Кабельні лінії зв'язку мають досить складну структуру. Кабель складається з провідників, укладених в кілька шарів ізоляції. У комп'ютерних мережах використовуються три типи кабелів.

Вита пара (twisted pair) - кабель зв'язку, який являє собою виту пару мідних проводів (або декілька пар проводів), укладених в екрановану оболонку. Пари проводів скручуються між собою з метою зменшення наведень. Вита пара є досить перешкодостійкою. Існує два типи цього кабелю: неекранована кручена пара UTP і екранована кручена пара STP.

Характерним для цього кабелю є простота монтажу. Даний кабель є найдешевшим і поширеним видом зв'язку, який знайшов широке застосування в найпоширеніших локальних мережах з архітектурою Ethernet, побудованих за топологією типу "зірка". Кабель підключається до мережевих пристроїв за допомогою з'єднувача RJ45.

Кабель використовується для передачі даних на швидкості 10 Мбіт / с і 100 Мбіт / с. Вита пара зазвичай використовується для зв'язку на відстані не більше декількох сотень метрів. До недоліків кабелю "вита пара" можна віднести можливість простого несанкціонованого підключення до мережі.

Коаксіальний кабель (coaxial cable) - це кабель з центральним мідним дротом, який оточений шаром ізолювального матеріалу для того, щоб відокремити центральний провідник від зовнішнього провідного екрана (мідного облєтєння або шару алюмінієвої фольги). Зовнішній провідний екран кабелю покривається ізоляцією.

Існує два типи коаксіального кабелю: тонкий коаксіальний кабель діаметром 5 мм і товстий коаксіальний кабель діаметром 10 мм. У товстого коаксіального кабелю загасання менше, ніж у тонкого. Вартість коаксіального кабелю вище вартості крученої пари; і виконання монтажу мережі складніше, ніж крученою парою.

Коаксіальний кабель застосовується, наприклад, в локальних мережах з архітектурою Ethernet, побудованих по топології типу "загальна шина". Коаксіальний кабель більш перешкодозахищений, ніж кручена пара і знижує власне випромінювання. Пропускна здатність - 50-100 Мбіт/с. Допустима довжина лінії зв'язку - кілька кілометрів. Несанкціоноване підключення до коаксіального кабелю складніше, ніж до крученої пари.

Кабельні оптоволоконні канали зв'язку. Оптоволоконний кабель (fiber optic) - це оптичне волокно на кремнієвій або пластмасовій основі, укладене в матеріал з низьким коефіцієнтом заломлення світла, який вкритий зовнішньою оболонкою.

Оптичне волокно передає сигнали тільки в одному напрямку, тому кабель складається з двох волокон. На передавальному кінці оптоволоконного кабелю потрібно перетворення електричного сигналу в світловий, а на приймальному кінці зворотнє перетворення.

Основна перевага цього типу кабелю - надзвичайно високий рівень перешкодозахищеності і відсутність випромінювання. Несанкціоноване підключення дуже складно. Швидкість передачі даних 3Гбіт/с. Основні недоліки оптоволоконного кабелю - це складність його монтажу, невелика механічна міцність і чутливість до іонізуючих випромінювань.

Радіоканали наземного (радіорелейного і стільникового) та супутникового зв'язку утворюються за допомогою передавача і приймача радіохвиль і належать до технології бездротової передачі даних.

Радіорелейні канали зв'язку складаються з послідовних станцій, які є ретрансляторами. Зв'язок здійснюється в межах прямої видимості, дальності між сусідніми станціями - до 50 км. Цифрові радіорелейні лінії зв'язку (ЦРРС) застосовуються в якості регіональних і місцевих систем зв'язку і передачі даних, а також для зв'язку між базовими станціями стільникового зв'язку.

У супутникових системах використовуються антени СВЧ-діапазону частот для прийому радіосигналів від наземних станцій і ретрансляції цих сигналів назад на наземні станції. У супутникових мережах використовуються три основні типи супутників, які знаходяться на геостаціонарних орбітах, середніх або низьких орбітах. Супутники запускаються, як правило, групами. Рознесені один від одного вони можуть забезпечити охоплення майже усієї поверхні Землі. Робота супутникового каналу передачі даних представлена на рис.4.

Організація багатоканальної аналогової системи передачі здійснюється шляхом модуляції корисними сигналами амплітуди або частоти несучих синусоїдальних коливань, що мають різні несучі частоти. При цьому відбувається перенесення спектра корисних сигналів на величину несучих частот.



Рисунок 4 – Канали передачі

Доцільніше використовувати супутниковий зв'язок для організації каналу зв'язку між станціями, розташованими на значних відстанях, і можливості обслуговування абонентів у найбільш важкодоступних точках. Пропускна здатність висока - кілька десятків Мбіт/с.

Радіоканали стільникового зв'язку будуються за тими самими принципами, що і стільникові телефонні мережі. Стільниковий зв'язок - це бездротова телекомунікаційна система, що складається з мережі наземних базових приймально-передавальних станцій і стільникового комутатора (або центру комутації мобільного зв'язку).

Базові станції підключаються до центру комутації, який забезпечує зв'язок як між базовими станціями, так і з іншими телефонними мережами, а також з глобальною мережею

Інтернет. Під час виконання функцій центр комутації аналогічний звичайної АТС провідного зв'язку.

LMDS (Local Multipoint Distribution System) - це стандарт стільникових мереж безпроводної передачі інформації для фіксованих абонентів. Система будується за стільниковим принципом, одна базова станція дозволяє охопити район радіусом кілька кілометрів (до 10 км) і підключити декілька тисяч абонентів. Самі БС об'єднуються один з одним високошвидкісними наземними каналами зв'язку або радіоканалами. Швидкість передачі даних до 45 Мбіт/с.

Радіоканали передачі даних WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) аналогічні Wi-Fi. WiMAX, на відміну від традиційних технологій радіодоступу, працює і на відбитому сигналі, поза прямої видимості базової станції. Експерти вважають, що мобільні мережі WiMAX відкривають набагато цікавіші перспективи для користувачів, ніж фіксований WiMAX, призначений для корпоративних замовників. Інформацію можна передавати на відстані до 50 км зі швидкістю до 70 Мбіт/с.

Радіоканали передачі даних MMDS (Multichannel Multipoint Distribution System). Ці системи здатна обслуговувати територію в радіусі 50-60 км, при цьому пряма видимість передавача оператора є не обов'язковою. Середня гарантована швидкість передачі даних складає 500 Кбіт/с - 1 Мбіт/с, але можна забезпечити до 56 Мбіт/с на один канал.

Стандартом бездротового зв'язку для локальних мереж є технологія Wi-Fi. Вона забезпечує підключення у двох режимах: точка-точка (для підключення двох ПК) та інфраструктурне з'єднання (для підключення кількох ПК до однієї точки доступу). Швидкість обміну даними до 11 Мбіт/с при підключенні точка-точка і до 54 Мбіт/с при інфраструктурному з'єднанні.

Радіоканали передачі даних Bluetooth - це технологія передачі даних на короткі відстані (не більше 10 м) і може бути використана для створення домашніх мереж. Швидкість передачі даних не перевищує 1 Мбіт/с.

Підсистема зв'язку вважається найбільш вразливою підсистемою ІС, тому потрібно приділяти особливу увагу питанням її захисту.

Такий захист здійснюється:

1. З метою захисту інформації при передачі одиничних повідомлень (пакетів), які можуть стати об'єктами пасивних і активних вторгнень. При пасивних вторгненнях користувачам, що не мають повноважень, лише спостерігають за повідомленнями, які передаються лініями зв'язку, не змінюючи цих повідомлень. При активних вторгненнях регулярні повідомлення можуть бути видалені, модифіковані, відстрочені, перенаправлені, захищені повторно або спотворені. Проблеми, які при цьому виникають, обумовлені непередбаченими ситуаціями, апаратними збоями, перешкодами в лініях зв'язку, програмними помилками і т.п.

2. Для забезпечення захисту і секретності операцій, виконуваних над повідомленнями при передачі по обчислювальній мережі. Об'єктами вторгнень і джерелами труднощів у цьому випадку є проблеми організації зв'язку між двома і більше користувачами, протоколи передачі, пристрої передачі та програмне забезпечення систем передачі тощо. Механізми, що забезпечують захист операцій в обчислювальній мережі, проектується так, щоб гарантувати цілісність та захист даних при передачі по мережі.

Забезпечення конфіденційності повідомлення - одна з функцій захисту від несанкціонованого перегляду вмісту повідомлення, що гарантує його скритність.

Забезпечення цілісності - функція захисту від несанкціонованих або випадкових модифікацій, що гарантує правильність передачі вмісту повідомлення.

Для захисту окремих повідомлень ці функції можна використовувати як спільно, інтегровано, так і роздільно.

Справжність повідомлення можна забезпечувати різними способами, не вдаючись до його шифрування. Такий підхід придатний у багатьох випадках, коли цілісність даних відіграє винятково важливу роль, а конфіденційність не потрібна.

Він використовується при реалізації фінансових операцій і розподілі відкритих ключів між об'єктами мережі. Широко поширені такі методи забезпечення автентичності повідомлення.

Існує низка цілісності шифрування повідомлення:

- побітове шифрування потоку даних;
- побітове шифрування потоку зі зворотним зв'язком щодо шифрування;
- побітове шифрування зі зворотним зв'язком за вихідним текстом;
- поблочних шифрування потоку даних;
- поблочних шифрування потоку зі зворотним зв'язком (OC);
- шифрування блоками;
- шифрування блоками зі зворотним зв'язком.

Криптографічний засіб захист називають спеціальні методи і засоби перетворення інформації, в результаті яких маскується її зміст. Основними видами криптографічного закриття є шифрування і кодування даних, що захищаються. При цьому в шифруванні є такий вид закриття, при якому самостійному перетворенню підлягає кожен символ даних, які закриваються. Під час кодування дані діляться на блоки, що мають смислове значення, і кожний такий блок замінюється цифровим, літерним або комбінованим кодом. Для криптографічного закриття інформації в системах обробки даних найбільшого поширення набуло шифрування. Використовується кілька систем шифрування: заміна (підстановка), перестановка, гамування, аналітичне перетворення шифрувальних даних. Широке поширення набули комбіновані шифри, коли початковий текст перетворюється з використанням двох або навіть трьох різних шифрів. Наприклад, комбіноване застосування заміни і гамування або перестановки та гамування тощо.

Важлива характеристика системи шифрування є її продуктивність. Продуктивність шифрування залежить як від використовуваної системи шифру, так і від способу реалізації апаратного або програмного шифрування. З погляду трудомісткості шифрування найменших витрат вимагають шифри заміни, а найбільших - шифри, основані на аналітичному перетворенні даних. З точки зору способу реалізації продуктивність апаратного шифрування в кілька разів перевищує виробництво програмного шифрування.

Висновки. Імітаційне моделювання відтворює алгоритми процесів функціонування систем в часі. Імітуються елементарні явища, що становлять процес, зі збереженням їх логічної структури і послідовності протікання в часі.

Для відтворення в цифровому вигляді даних про місцевість, які отримані із дешифрування інформації із фотографічних та радіолокаційних даних імітаційне моделювання є найкращим застосуванням за допомогою яких можна проводити моделювання побудови різноманітних систем і процесів. Для створення географічної основи щодо подальшого моделювання різноманітних телекомунікаційних систем та систем зв'язку. Це дозволить більш точно розробляти телекомунікаційні системи та системи зв'язку враховуючи географічні дані. Враховувати кути закриття при формуванні стільникового зв'язку.

Основною перевагою імітаційних моделей у порівнянні з аналітичними є можливість вирішення більш складних завдань. Імітаційні моделі дозволяють легко враховувати наявність дискретних або безперервних елементів, нелінійні характеристики, випадкові впливи та ін. Тому цей метод широко застосовується на етапі проектування складних систем. Основним засобом реалізації імітаційного моделювання служить ЕОМ, що дозволяє здійснювати цифрове моделювання систем і сигналів.

Було розроблено ряд ефективних сховищ для збереження даних. За основу були взяті розробки фахівців ESRI Inc. (США), які розробили спеціальну ланцюгово-вузлову модель даних, яка заснована на використанні реляційної моделі даних і дозволяє уникати помилок в топологічних відносинах між об'єктами.

Для захисту даних при створенні моделі існує криптографічний засіб. Основними видами криптографічного закриття є шифрування і кодування даних, що захищаються. При

цьому в шифруванні використовується такий вид захисту, при якому самостійному перетворенню підлягає кожен символ даних, які закриваються. Під час кодування дані діляться на блоки, що мають смислове значення, і кожний блок замінюється цифровим, літерним або комбінованим кодом.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Геоинформационные системы /Журкин И. Г., Шайтура С. В. – М.: КУДИЦ, 2009. – 272 с.
2. Геоинформатика: учебное пособие / Лайкин В.И., Упоров Г.А. – Комсомольск-на-Амуре: Изд-во АмГПГУ, 2010. – 162 с.
3. Имитационное моделирование: Теория и технологии / Ю.И. Рыжиков. С-П.: 2004. – 529 с.
4. Интернет ресурси: <http://www.gisa.ru/>; <http://resources.arcgis.com/>.
5. Иванов В.Г. Основы формирования единого геоинформационного пространства специального назначения с использованием Webтехнологий / В.Г. Иванов, Н.Д. Бородин // САПР и графика. - № 3. - 2016. - С. 18-20.
6. Горбунов А.А., Пономорчук А.Ю., Иванов В.Г. Использование геоинформационных систем при принятии управленческих решений в единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций // Научноаналитический журнал «Вестник СанктПетербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». – 2015. – № 2. –С. 71-76.
7. Шелухин О.И. / Моделирование информационных систем / О.И. Шелухин // Учебное пособие для вузов, 2-е изд., перераб. и доп., Научно-техническое издательство «Горячая линия – Телеком», 2018, 536с.
8. Флегонтов А.В., Матюшичев И.Ю. /Моделирование информационных систем. Unified Modeling Language. Учебное пособие / А.В. Флегонтов, И.Ю. Матюшичев. - М., 2019. – 112 с.
9. А.А. Светличный, А.В. Пяткова / Геоинформационное моделирование водной эрозии почв / Светличный А.А., Пяткова А.В.// Збірник наукових статей “Проблеми безперервної географічної освіти і картографії” - 2014. – Випуск 1 - С. 83-87.
10. Светличный А.А. Проблема верификации пространственно-распределенных математических моделей водной эрозии почв / А. А. Светличный, А. В. Пяткова, С. В. Плотницкий [и др.]// Вестник Одесского национального университета им. И. И. Мечникова. Географические и геологические науки. – [Том 18, вып. 3]. – 2013. – С. 78-90.
11. Светличный А. А. Математическое моделирование водной эрозии: проблема классификации / Светличный А. А. // Вісник ОНУ. Серія географічні та геологічні науки. – Том 15, вип. 13. – 2010. – С. 32-39.
12. Цветков В.Я., Буравцев В.А. Метрики сложной детерминированной системы // Онтология проектирования. 2017. Т. 7. № 3(25). С. 334-346. DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-3-334-346
13. Раев В.К. Дихотомический метод уменьшения информационной неопределенности // Перспективы науки и образования. - 2017. - № 2(26). - С. 7-11.
14. Розенберг И.Н. Топосемантическое информационное соответствие в пространственном моделировании // Науки о Земле. - 2017. - № 3. - С. 64-73.
15. Christopher B. Oneal, John D. Stuart, Steven J. Steinberg, Geographic analysis of natural fire rotation in the California redwood forest during the suppression era [Электронный ресурс] // Fire Ecology, Volume02, Issue01, Spring, 2016. – Режим доступа: <http://fireecology.org/docs/Journal/pdf/Volume02/Issue01/073.pdf>
16. Radmila Jovanovic, Zeljko Bjeljic, Olgica Miljkovic, Aleksandra Terzic Spatial analysis and mapping of fire risk zones and vulnerability assessment — case study mt. Stara Planina [Электронный ресурс] // Prevention and Education in Natural Disasters, 2018. – Режим доступа: <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0350-7599/2013/0350-75991303213J.pdf>
17. Atlas of natural hazards & risks of Georgia // Caucasus Environmental NGO Network, 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://drm.cenn.org/index.php/en/>
18. Svetlitchnyi A. A. Spatial distribution of soil moisture content within catchments and its modeling on the basis of topographic data / A. A. Svetlitchnyi, S. V. Plotnitskiy, O. Y. Stepovaya // Journal of Hydrology [V. 277]. – 2013. – P. 50-60.
19. Mordechai Ben-Ari. Mathematical Logic for Computer Science/ Third Edition. Springer London Heidelberg New York Dordrecht, 2012. 364 p. ISBN 978-1-4471-4128-0
20. Victor Raizer / Optical Remote Sensing of Ocean Hydrodynamics / Copyright Year 2019, ISBN 9780815360148

21. William Emery Adriano Camps / Introduction to Satellite Remote Sensing, 1st Edition, Atmosphere, Ocean, Land and Cryosphere Applications / 2017, ISBN: 9780128092590
22. Savinykh V.P., Tsvetkov V.Ya. Geodata As a Systemic Information Resource. Herald of the Russian Academy of Sciences. 2014. Vol. 84. No. 5. P. 365-368. DOI: 10.1134/S1019331614050049.

REFERENCES:

1. *Geoinformation systems.* / Zhurkin I. G., Shaitura S. V. M.: KUDIT, 2009. – 272 p.
2. *Geoinformatika: uchebnoe posobie* [Geoinformatika: uchebnoe posobie] / Laikin V. I., Uporov G. A. – Komsomolsk-on-Amur: publishing house of Amspu, 2010. – 162 p.
3. *Imitation modeling: theory and technologies* / Yu. I. Ryzhikov – S-P, 2004. – 529 p.
4. Online resources: <http://www.gisa.ru/>; <http://resources.arcgis.com/>
5. Ivanov V. G., Borodin N. D. Osnovy formirovaniya United Geoinformation space of special purpose with the use of Webtechnologies // *CAD and graphics*, No. 3, 2016, pp.18-20.
6. Gorbunov A. A., Ponomorchuk A. Yu., Ivanov V. G. use of Geoinformation systems in the adoption of managerial decisions in the United State System of prevention and elimination of emergency situations // *scientific and analytical journal "Bulletin of the St. Petersburg University State Fire Protection Service of the Ministry of emergency situations Russia"*, 2015, № 2, pp. 71-76.
7. Shelukhin O. I. / *Modeling of Information Systems* / O. I. Shelukhin // textbook for universities, 2nd ed., rework. and add., Scientific and technical publication "hot line – telecom", 2018., 536 p.
8. Phlegontov A.V., Matyushichev I. Yu. / *Modeling of Information Systems. Unified Modeling Language. Textbook* / A.V. Phlegontov, I. Yu. Matyushichev / Lan, Moscow, 2019, 112 p.
9. A. A. Svetlichny, A.V. Pyatkova / Geoinformation modeling of water erosion of soils / Svetlichny A. A., Pyatkova A.V. // Collection of scientific works. - Kharkiv, 2014. - Issue 19, p. 24.
10. Svetlichny A. A., Pyatkova A.V., Plotnitsky S. V. Problema verifikatsii spatially distributed mathematical models of water erosion of soils [the problem of verification of spatial distribution of mathematical models.] // *Bulletin of the Odessa National University im. I. I. Mechnikov. Geographical and geological sciences.* - [Volume 18, Ed. 3]. -2013. - pp. 78-90.
11. Svetlichny A. A. Matematicheskoe modelirovanie vodnoi erosii: problema klassifikatsii [mathematical modeling of water erosion: a problem of classification]. *Geographical and geological sciences series.* - [Volume 15, issue 13]. -2010. - pp. 32-39.
12. Tsvetkov V. Ya., Buravtsev V. A. metrics of a complex deterministic system. 2017. Vol. 7. № 3 (25). P. 334-346. DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-3-334-346
13. the Rosenbergs.N. Toposemantic information correspondence in spatial modeling. 2017. № 3. C. 64-73.
14. Christopher B. Oneal, John D. Stuart, Steven J. Steinberg, Geographic analysis of natural fire rotation in the California redwood forest during the suppression [[electronic resource] // *Fire Ecology*, Volume02, Issue01, Spring, 2016. - Access mode : <http://fireecology.org/docs/Journal/pdf/Volume02/Issue01/073.pdf>
15. Radmila Jovanovic, Zeljko Bjeljic., Olgica Miljkovic, Aleksandra Terzic Spatial analysis and mapping of fire risk zones and vulnerability assessment – case study mt. Stara Planina [electronic resource] // *Prevention and Education in Natural Disasters*, 2018. - Access mode : <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0350-7599/2013/0350-75991303213J.pdf>
16. Atlas of natural hazards & risks of Georgia // *Caucasus Environmental NGO Network*, 2019 [electronic resource]. - Access mode : <http://drm.cenn.org/index.php/en/>
17. Svetlitchnyi A. A. Spatial distribution of soil moisture content within catchments and its modeling on the basis of topographic data / A. A. Svetlitchnyi, S. V. Plotnitskiy, O. Y. Stepovaya // *Journal of Hydrology* [V. 277]. – 2013. – Pp. 50-60.
18. Mordechai Ben-Ari. *Mathematical Logic for Computer Science/ Third Edition.* Springer London Heidelberg New York Dordrecht, 2012. 364 p. ISBN 978-1-4471-4128-0
19. Victor Raizer / *Optical Remote Sensing of Ocean Hydrodynamics* / Copyright Year 2019, ISBN 9780815360148
20. William Emery Adriano Camps / Introduction to Satellite Remote Sensing, 1st Edition, Atmosphere, Ocean, Land and Cryosphere Applications / 2017, ISBN: 9780128092590

D.Sc. Druzhynin V., D.Sc. Stepanov M., Ph.D. Zhyrov G, Trofimchuk V.
**TECHNOLOGICAL APPROACHES TO THE FORMATION OF DIGITAL IMAGES OF
TERRAIN OBJECTS DURING REMOTE SENSING OF THE EARTH FROM PHOTO AND
RADAR SYSTEMS**

The paper is devoted to the consideration of the current state and trends in the use of simulation modeling for mathematical modeling of terrain data obtained from the processing of digital images, both from photos and radar systems of Aerospace-based aircraft. The relevance of considering the state and trends in the development of technological approaches in modeling systems is due to the practical need to obtain data from photo and radar images of objects in the system's viewing area, taking into account the growing requirements for the efficiency and accuracy of determining (detecting) images of observation objects in real time in difficult conditions. The general structure of the construction of technologies used for simulation modeling of terrain objects is given the main prospects for practical application of these technologies in solving problems of classification and monitoring of terrain objects are determined.

Estimates of the main technological approaches to images of objects in the application of the considered systems and assessment of the accuracy of determining terrain coordinates are given. Channels of information transmission in the process of receiving and processing data from photo and radar systems of remote sensing of the earth are considered.

Also, as an example, a chain-node model of spatial data about objects that are obtained during remote sensing of the Earth and are represented as linear and point-based. To create a geographical basis for further modeling of various telecommunications and communication systems. This will allow for more accurate development of telecommunications and communication systems based on geographical data. Take into account the closing angles when forming a cellular connection.

Keywords: simulation modeling, simulation system, simulated process, vector model, wired communication lines, transmission channels, encryption.

