

Поступила 12.02.2014р.

УДК 004.9

Б.В.Дурняк, М.М. Кляп, УАД, м.Львів

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ЗАДАЧІ МОДИФІКАЦІЇ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУ

Вступ

Технологічне прогнозування представляє собою напрямок дослідження методів розв'язку задач прогнозування, який суттєво пов'язаний з предметною областю задач прогнозування. Цьому підходу характерне спрощення моделі прогнозування, яке ґрунтується на припущеннях про простоту процесів, стосовно яких передбачається розв'язувати задачу прогнозу.

Прогнозування по аналогії полягає у виборі відповідного процесу, який по багатьох параметрах подібний до процесу. Стосовно якого передбачається проводити прогнозування і на основі цієї подібності формується уявлення про той фрагмент процесу, стосовно якого необхідно сформулювати прогнозований результат. В цьому методі використовується дві моделі: – модель процесу, який вибирається в якості аналога та модель процесу, в рамках якого необхідно реалізувати прогноз, що може стосуватися:

- окремого фрагменту процесу, найчастіше кінцевого,
- значення деякого параметру, який має свій аналог в моделі, що вибрана як аналог,
- події, що виникає в результаті процесу.

Створення моделі прогнозування

Для вибору адекватної моделі аналога, не достатньо проводити аналіз самого процесу, чи об'єкту, необхідно також враховувати цілий ряд зовнішніх факторів, що можуть впливати на функціонування цього процесу. До таких факторів відносяться: технологічні фактори, економічні фактори, екологічні фактори та інші, вибір яких залежить від природи моделі аналога. Це означає, що в якості аналога необхідно вибирати такий процес, або об'єкт, який з технологічної точки зору його реалізації є досить близьким по відношенню до об'єкту, стосовно якого передбачається проводити прогноз.

Подібність технологічного характеру означає, що в основі реалізації процесів чи об'єкту, який передбачається прогнозувати, який будемо називати прогнозованою моделлю (МР) та процес або об'єкт, які вибираються як

аналог, яку будемо називати моделлю аналога (*МА*), використовують технології рівень розвитку яких є однаковим або достатньо близьким.

Економічні фактори означають, що вартість об'єкту, що вибраний як *МА*, повинна в певній мірі відповідати вартості *МР*. Такою мірою відповідності економічного факторі може служити наступне. Якщо виробництво *МА* складає деяку інтегральну вартість *A*, а виробництво *МР* складає деяку вартість *P*, то економічна еквівалентність означає, що має місце співвідношення $A \propto P$, при цьому, повинно домінувати співвідношення $A < P$. В рамках економічних факторів розглядаються економічні параметри, які носять інтегральний характер та тісно пов'язані з ринковими та фінансовими механізмами.

Аспект управління, або технологічний фактор, відображає той факт, що реалізація будь якого об'єкту чи процесу, який для загальності будемо називати проектом, потребує управління. Реалізація такого управління потребує певної кількості людей та різних типів управляючої діяльності, наприклад, фінансової діяльності, управління. Що пов'язане з організацією виробництва та інші. Фактори управління суттєво залежать від розподіленості проекту. Наприклад, якщо така розподіленість є територіальною, то виникають проблеми управління логістикою та управління синхронізацією розподілених в просторі окремих процесів всього проекту. Цей фактор, як і попередній, повинні бути саїввимірними між собою, що позначається аналогічно як співрозмірність фінансового фактору.

Крім приведених факторів, важливими є і інші фактори інтегрального характеру, наприклад, соціальний, культурний, інтелектуальний та екологічний. В цьому підході, прогнозування для *МР* полягає у оцінці інтегральних параметрів приведених факторів, значення яких повинні бути основою для прийняття рішень стосовно проектів, для яких розв'язується задача прогнозування.

Наступна технологічна методика прогнозування ґрунтується на уявленнях про криві росту. В багатьох випадках, дослідження в природничих науках носить експериментальний характер. Результати таких експериментів представляються у вигляді графічних залежностей між окремими досліджуваними параметрами, чи інтегральними характеристиками досліджуваних процесів, чи об'єктів. Було встановлено, що зміна інтегральних параметрів в технологічних об'єктах в багатьох випадках також відображаються такими кривими. Наприклад, збільшення об'єму гарбуза в процесі росту відображається такою ж кривою, як і зміна швидкісних характеристик реактивних літаків. На основі аналізу таких аналогій було введено уявлення про криві заміщення. Такі криві успішно використовувались для розв'язку задач прогнозування стосовно інших подій чи об'єктів, зміни в яких треба було передбачати [1,2]. Однією з таких кривих є крива Перла, яка описується співвідношенням: $y = L/(1 + ae^{-bt})$, де *L* – верхня границя значення величини *y*, *a* і *b* – параметри. Початкове значення

$y = 0$ при $t = -\infty$ і досягає граничного значення L , при $t = \infty$. Точки перегину такої криво знаходяться в точці: $t = (\ln a)/b$, при $y = 1/2L$. Дослідження цієї кривої приводить до визначення констант a і b , що реалізується методом мінімізації різниці квадратів, що представлена у вигляді виразу: $\sum_{i=1}^n (y_i - \ln a + bt_i)^2$.

Наступний приклад кривої росту є крива Гомперца, що описується наступним рівнянням: $y = e^{be^{-kt}}$. На відміну від кривої Перла, ця крива не симетрична, а точка перегину знаходиться з рівняння: $t = (\ln b)/k$, при $y = L/e$.

Досить важливим підходом технологічного прогнозування є підхід, що ґрунтується на екстраполяції тенденцій. Центральною концепцією будь якої екстраполяції є поняття неперервності [3,4]. Така неперервність розглядається в рамках послідовності розвитку в певній галузі техніки, що проявляється у послідовних технологічних процесах, кожний з яких перевищує попередній по рівню вибраних базових параметрів.

Базова методика реалізації екстраполяції ґрунтується на використанні регресійних моделей. Для побудови регресійної моделі необхідно визначити регресійні коефіцієнти. Точність їх визначення впливає на точність прогнозування, що реалізується по відношенню до вибраного процесу, чи об'єкту. Як відомо, регресійна модель формується на основі даних, що отримані в результаті аналізу відомих процесів.

Регресійні моделі, в більшості випадків, надаються для прогнозування лінійних змін, які планується передбачати. В багатьох випадках, зміни, що відбуваються в процесах, чи системах, відбуваються по експоненційних законах [5]. Якщо маємо досить типову ситуацію, коли ріст деякої величини пропорційний значенню цієї величини, то можна записати цей випадок елементарним співвідношенням: $\frac{dy}{dt} = ky$, де y є величина, що змінюється в часі, а k – коефіцієнт пропорціональності. Тоді, це співвідношення можна записати у вигляді $\frac{dy}{y} = kydt$. Інтегруючи цей вираз отримаємо співвідношення

$$\ln y = \ln y_0 + kt,$$

де y_0 – початкове значення y при деякому початковому значенні t_0 . В результаті, можна записати, що $y = y_0 e^{kt}$. З цього виходить, що y з часом t росте експоненціально.

Експоненціальний ріст часто зустрічається в технічних науках, коли встановлюються залежності між величинами змін деяких величин в часі. Наприклад, зниження температури тіла при його охолодженні відбувається по експоненціальному закону. Експоненціальні закони мають місце у порівняно простих фізичних ситуаціях, коли мова йде про величину швидкості зміни тих, чи інших параметрів. В цьому випадку, задача прогнозування розв'язується на основі використання експоненціальної моделі, а точність прогнозу визначається точністю визначення коефіцієнтів цієї моделі.

В приведених вище випадках, прогнозування полягає у використанні аналітичних функцій з невизначеними коефіцієнтами, що вносять міру непевності в результати обрахунків і тим самим допускає інтерпретацію відповідних розрахунків як процес прогнозування. В багатьох випадках процеси прогнозування стосуються процесів, які залежать від досить великої кількості факторів, які значно перевищують кількість коефіцієнтів, що використовуються в лінійних моделях регресії, та інших моделях. Тому, в технологічному прогнозуванні використовуються уявлення про тенденції розвитку. Однією з особливостей цього підходу є те, що тенденція не може озвучуватися нескінченно. У зв'язку з цим, використовується уявлення про тенденції з границями. Наприклад, тенденція отримання кращого вакууму, який створюється вакуумними насосами, в кінцевому випадку повинна досягнути нуля, що представляє собою верхню границю. Відповідно до цієї особливості, необхідно у моделях прогнозування враховувати факт наближення прогнозованого параметру до відомої границі. В найпростішому випадку, темп розвитку буде прямопропорційний відстані, яка ще залишилась. Відповідне рівняння запишеться у вигляді: $\frac{dy}{dt} = k(L - y)$, де L – границя, k – додатний коефіцієнт, y – рівень функціональної характеристики. Розв'язок цього диференціального рівняння можна записати у вигляді: $y = L - (L - y_0)e^{-kt}$. Цей підхід слід використовувати у тому випадку, коли прогнозований рівень функціональної характеристики знаходиться в області близьких до граничного значення і останнє суттєво впливає на величину функціонального параметру.

Інший підхід, для цього типу прогнозів, може полягати у тому, що використовується приведення вимірювача функціональної характеристики до одиниці вимірювання, яка є відношенням абсолютної величини функціонального параметра до деякої довільно вибраної абсолютної величини. Такою величиною, яка довільно вибрана, може бути сама границя. В цьому випадку, можна написати співвідношення типу: $y = \ln\left(\frac{A}{L-y}\right)$, де L є верхня границя і коли має місце: $y = \ln\left(\frac{L-y}{A}\right)$ L є нижня границя. Якщо $L = 0$, приведені вирази можна записати у вигляді: $y = \ln y$.

Часто зустрічаються випадки, коли деякий процес, стосовно якого передбачається здійснювати прогноз, має свого попередника. Який є в певній мірі аналогом до досліджуваного процесу. В цьому випадку, тенденції таких двох процесів будуть певним чином зв'язані. Тоді інформація про процес, який є попередником, може бути використана для розв'язку задачі прогнозування по відношенню до досліджуваного процесу. Для розв'язку задачі прогнозу, необхідно побудувати рівняння, яке пов'язує параметри попереднього процесу з часом. В найпростішому випадку, таке рівняння можна записати у наступному вигляді: $X = A + BT$, яке може представляти собою лінійну тенденцію. Якщо X представляє собою логарифм параметру, тоді використовується експоненціальна формула. Маючи рівняння тенденції для

попереднього процесу, можна написати рівняння для досліджуваного процесу, у наступному вигляді:

$$Y = A + B(T-D), \quad (1)$$

де D – величина інтервалу часу. На який відрізняється зміна часу від відповідної змінної в процесі, який досліджується. Величина D може бути функцією часу T . Такою функцією може бути лінійна функція регресії, що записується у вигляді:

$$D = a + bT, \quad (2).$$

В цьому випадку, в кінцевому вигляді формулу (2) можна записати у наступному вигляді:

$$Y = A - aB + B(1 - b)T.$$

Якщо використовувати рівняння (2), то можна встановити інтервал довіри для D у наступному вигляді: $D_p = a + bT - t\bar{s}(D, T)$, де D_p – початок інтервалу довіри і вираз: $D_k = a + bT + t\bar{s}(D, T)$, де D_k – кінцевий інтервал довіри. Тоді, формулу (2) можна записати у вигляді двох виразів:

$$Y_p = A - aB + B(1 - b)T - Bt\bar{s}(D, T)$$

$$Y_R = A - aB + B(1 - b)T + Bt\bar{s}(D, T).$$

При використанні приведених підходів до розв'язку задач прогнозування, важливим є вибір параметрів прогнозування. До вимог, яким повинен такий параметр відповідати, можна віднести наступні:

- параметр повинен бути таким, щоб з ним можна було здійснювати арифметичні операції,
- параметр повинен надавати можливість його використання при використанні різних видів технологічних рішень,
- параметр повинен бути здатним відображати дані, які мали місце в минулому по відношенню до вибраних процесів, що використовуються для досліджень,
- параметр повинен забезпечувати спів ставляємість даних, які цей параметр відображає, наприклад, між даними в минулому та текучими даними.

Досить розвинутими методами прогнозування є методи, що ґрунтуються на використанні аналітичних моделей. До першого типу таких моделей відносяться моделі з кривою росту. Першою з таких моделей є модель Айзенсона-Хартмана [6], яка ґрунтується на п'ятті росту інформації. Простий варіант цієї моделі записується наступним чином:

$$\frac{dl}{dt} = kln, \quad (3)$$

де l – текчий об'єм інформації, n – число людей, що працюють в даній галузі, k – коефіцієнт пропорційності. Якщо прийняти, що n є постійним, k – включає функціональні залежності, що відображають міру наближення до верхньої границі L , то (3) можна записати наступним способом:

$$\frac{dl}{dt} = [1 - \frac{l}{L}]k_1ln \quad (4),$$

$$\text{або } \frac{dl}{l(1-\frac{l}{L})} = k_1 n dt.$$

Розв'язуючи приведені диференціальні рівняння отримаємо:

$$I = \frac{L}{1 + (\frac{L}{l} - 1)e^{-k_1 n t}}.$$

Останнє рівняння відповідає кривій Перла. В приведені співвідношенні прийнято в якості параметру, який на деякому загальному рівні характеризує досліджувальний процес, який представляє собою процес розробки проекту. В рамках приведені інтерпретації аналогічної моделі, у випадку існування додаткових даних про особливості реалізації процесу досліджень, можна модифікувати відповідну модель з цілью, що полягає у врахуванні цих даних. Прикладом такого розвитку моделі може служити врахування в останній ситуації, коли члени групи, що займаються розробкою не отримують всю необхідну інформацію окремо, а можуть обмінюватися нею між собою. В цьому випадку, залежність (4) можна представити в формі:

$$\frac{dl}{dt} = PIKN(1 - \frac{l}{L}),$$

де P – ймовірність взаємодії з існуючим запасом інформації, K – функція, що показує швидкість продукування нової інформації, при наявності взаємодії. Прийmemo, що m число працівників, що не обмінюються інформацією, N – число працівників. Нехай f є долею можливих взаємодій, що відбуваються в одиницю часу. В цьому випадку, прийнявши, що $N \gg 1$ можна записати: $\frac{dl}{dt} = K(1 - \frac{l}{L})[\frac{mfN^2}{2}]$. Приймаючи, що $N = const$, розв'язок цього рівняння буде: $I = L - (L - I_0)e^{-(KmfN^2t)/2L}$. Величина I_0 визначається при $t = 0$. Величина інформації I досягає свого максимуму L , при $t \rightarrow \infty$. Кількість інформації, яка росте з ростом кількості учасників досліджень, є інтегральним параметром, який оцінюється кількістю публікацій.

Наступна модель прогнозування ґрунтується на використанні параметра f , який означає рівень розвитку функціональних характеристик, які проявляються в результаті проектних робіт. При цьому, існує тільки M способів, котрі можна випробувати для збільшення f , з котрих X успішні. Якщо спроба підвищити f успішна, то виникає задача визначення наскільки збільшився f . Флойд запропонував наступну залежність підвищення рівня збільшення функціональних характеристик в залежності від кількості успішних способів їх реалізації, або залежність між успішними спробами і ступенем вдосконалення f : $\frac{\Delta f}{\Delta X} = -\frac{1}{K(M-X)}$. Розв'язок цього рівняння приводить до співвідношення:

$$\frac{X}{M} = 1 - e^{-K(F-f)},$$

де F – верхня границя міри вдосконалення. Ймовірність досягнення рівня f на протязі періоду часу Δt запишеться у вигляді :

$$P(f, \Delta f) = 1 - (1 - \frac{X}{M})^{NWMM},$$

де W - кількість працівників, що зайняті в даній області, кожний з яких володіє ефективністю продукування N способів в одиницю часу і всі вони працюють в проміжку Δt . В останній вираз можна підставити значення для $\frac{x}{M}$ і тоді отримаємо: $P(f, \Delta t) = 1 - e^{-(F-f)KNW\Delta t}$. Якщо деякий інтервал часу розділено на проміжки Δt_i , то останню формулу можна записати у наступному вигляді:

$$P(f, t) = 1 - \exp(-(F - f) \sum_{i=1}^n K_i N_i W_i \Delta t_i).$$

Для того, щоб можна було позбутися слабих сторін одного методу прогнозування, часто використовують в комбінації з ним інший метод. Це дозволяє досягнути більш високу точність прогнозування та дозволяє простіше оцінити дію всіх факторів, що впливають на прогноз.

Для прогнозування однієї технології часто використовують комбінування кривої загальної тенденції і окремих кривих росту. В цьому випадку, по кривій тенденції, яка враховує тільки фактичні дані, що відносяться до оптимального, для даного моменту технологічному методу, будуються криві росту, кожна з яких описує рівень функціональних характеристик, що створюються певними технологічними методами.

При використанні методу тенденцій, впевненість у збереженні певної тенденції визначається тим фактором, що в технології є історія зміни технічних методів. Крива загальної тенденції відображає рівень функціональних характеристик, який передбачається досягнути в майбутньому. Якщо в даний момент використовується підхід B кривої росту і рівень створених ним функціональних характеристик падає нижче рівня кривої тенденцій, то прогнозування відповідним методом наближається до насичення, що обумовлює необхідність ідентифікації наступного методу C . Якщо метод C використовується і результат цього використання знаходиться вище кривої тенденції, то метод C має перспективи до його використання.

Використовуючи спільно криві росту з загальною тенденцією, можна робити висновки про майбутнє технології, якого не можливо отримати використовуючи кожний з цих методів окремо.

Друга комбінація прогнозу полягає у сумісному використанні екстраполяції тенденції з одною, або декількома аналогами. Систематичне відхилення, при побудові регресій, можуть говорити не тільки про випадкові впливи. В цьому випадку, при виникненні систематичних відхилень, можна використовувати аналогію C . Систематичні відхилення можуть мати наступні інтерпретації. Якщо деяка подія в точці A кривої тенденції викликала тимчасове відхилення розвитку технології від тенденції, після чого вона доганяє криву тенденції. Наступним випадком може бути ситуація, коли технологія розвивається скоріше від тенденції, після чого її ріст сповільнюється, а тенденція її доганяє. Можливі і інші ситуації. При виявленні систематичних, відхилень, встановлюються їх причини. Якщо подію, або вплив можна ідентифікувати, як пояснення відхилення, то поява подібної події може стати причиною аналогічного відхилення. Чим більше дві

події задовільняють критерію формальної аналогії, тим більш надійним є прогноз подібного відхилення.

Відомі також методи нормативного прогнозування, в основі якого лежить системний аналіз. Їх ціль полягає у визначенні рівня технологічних характеристик, який необхідний для виявлення певних функцій, на основі пропонованої, або проєктованої потреби. Найбільш поширеними методами прогнозу є:

- дерева цілей,
- морфологічні моделі,
- блок схеми послідовності виконання задач.

Дерева цілей використовують тоді, коли існує можливість виділення ряду окремих підцілей і можна виділити кілька структурних, чи ієрархічних рівнів. В більшості випадків, дерево цілей використовується для описових, а не нормативних цілей. Прогнозування, в даному випадку, полягає у визначенні важливості окремих ребер, що виходять з кожної вершини.

Морфологічні моделі, виходячи з уявлень про термін «морфологія», призначені для дослідження форм та структур досліджуваного об'єкту. Суть морфологічного методу аналізу полягає у тому, що проблема розділяється на частини, які, в певній мірі, вважаються не залежними, причому, кожна з частин має декілька підходів або розв'язків. Загальне рішення отримують, вибравши одно з можливих рішень для кожної частини. Наприклад, якщо загальна кількість можливих рішень дорівнює m , то необхідно визначити, яке з цих рішень є реалізуємі в певній реальності.

При розв'язку задачі прогнозування морфологічним методом, використовуються наступні позначення: кожний можливий розв'язок позначається літерою P_i^j , нижній індекс i відноситься до частини проблеми, верхній індекс j відноситься до конкретного розв'язку i – тої частини проблеми. В цьому випадку, досліджуваний об'єкт може бути описаний певною послідовністю $P_1^1, P_2^3, \dots, P_i^j, \dots, P_n^m$. Окрема компонента P_i^j описує певний рівень функціональних характеристик, які можна використовувати для кількох цілей, так як це мало місце в деревах цілей. Різниця між деревом цілей та морфологічною моделлю полягає у тому, що перша має ієрархічну структуру, а морфологічна модель має паралельну структуру.

Висновки

Основний підхід ґрунтується на використанні блок-схем послідовності розв'язування задачі. Цей метод полягає у схематичному зображенні всіх альтернативних шляхів, з допомогою яких можна розв'язати певну задачі. На кожному шляху розв'язку, визначаються суттєві етапи. Після цього, стає можливим визначити проблеми та затрати, що пов'язані з кожним шляхом. Після цього, можна сформулювати вимоги до відповідних областей технології і скористатися ними в якості нормативних прогнозів.

Приведений вище аналіз ілюструє принципове значення інформаційних засобів для реалізації розв'язку задач прогнозування.

1. *Литвиненко В.И.* Прогнозирование нестационарных временных рядов с помощью синтезируемых нечётких нейронных сетей.// Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы, 2008. -№ 1 (21). –с. 17-25.
2. *Демидова Л.А.* Прогнозирование тенденций рынка труда на основе однофакторных нечётких временных рядов.// Системы управления и информационные технологии. 2007. -№3.2 (29).
3. *Соболев В.И.* Лекции по дополнительным главам математического анализа. М.: Наука, 1968.-288 с.
4. *Зельдович Я.Б., Мышкис А.Д.* Элементы прикладной математики. М.: Наука, 1972.-592 с.
5. *Евграфов М.А.* Аналитические функции. М.: Наука, 1968.-471 с.
6. Научно-техническое прогнозирование для промышленности и правительственных учреждений.// Сб. науч. ст. М.: Прогресс, 1972. С. 57-70.

Поступила 19.02.2014р.

УДК 655.255

М.М.Дубневич³, О.В.Тимченко^{3,4}

РОЛЬ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЦВЕТОМ ДЛЯ ЦВЕТОВЫВОДА ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ РЕПРОДУКЦИЙ

Вступ

Одним із способів покращення кольоровивідтворення при трансформуванні інформації про колір від оригіналу до поліграфічного відбитка є застосування систем управління кольором – Color Management System (CMS). Головне завдання CMS – узгодження кольорових охоплень різних колориметричних систем пристроїв введення інформації у комп'ютерні видавничі системи (сканери та цифрові реєструючі пристрої) та пристроїв виведення (візуалізації) інформації у цифровій формі (монітор) та аналоговій формі (принтери, пристрої прямого виведення інформації на друкарську форму, цифрові та звичайні друкарські машини).

Завдання і компоненти CMS

Першочергове призначення CMS – перетворення координат кольору із однієї кольорової системи в іншу. Розробники систем управління кольором

³ Українська академія друкарства

⁴ Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie