

Desarrollo de un Agente Inteligente para el Pronóstico Utilizando la Teoría de Regresión Múltiple

Graciano Ramírez Bravo

Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de León. Av. Tecnológico S/N - Fracc. Industrial Julián de Obregón León Guanajuato - C.P. 37290

Resumen

En un estudio de campo y debido a la importancia académica que tienen los pronósticos en empresas e instituciones educativas se detectó la necesidad de contar con una herramienta computacional que sirva de apoyo para el pronóstico. Ya que, la mayoría de los empresarios e instituciones desconocen a ciencia cierta la interdependencia entre las variables que están relacionadas con los pronósticos. Asimismo, se encontró que los empresarios en su mayoría consideran conocimientos heurísticos basados en su experiencia e intuición para determinar los pronósticos de las ventas semanales de sus vendedores, ventas de productos para la adquisición de materia prima, etc.

La presente investigación consiste en el desarrollo de un agente inteligente para el pronóstico de la variable dependiente "y", considerando las variables independientes x_1, x_2, x_3, \dots usando la teoría de regresión múltiple. Por esto, el agente inteligente para el pronóstico ha sido desarrollado para actuar en un ambiente de negocios, académico y otros; asimismo, está dotado de un modelo matemático y conocimientos heurísticos de expertos en el manejo de la teoría de regresión y correlación lineal múltiple.

Palabras Clave: Regresión múltiple, Pronóstico, Agente Inteligente.

INTRODUCCIÓN

Los pronósticos se establecen a fin de guiar las decisiones en una diversidad de campos. Y algunas áreas en las que se apoyan los pronósticos [3] para la toma de decisiones son:

Planeación y control de operaciones: aquí las empresas, por lo regular, pronostican sus ventas para ayudar a definir sus decisiones en la administración de inventarios, administración del equipo de ventas y planeación de la producción, la entrada a un mercado nuevo, etc. Las empresas emplean los pronósticos para decidir qué producir (qué producto o qué combinación de productos se deben producir), cuándo producir (si por lo pronto se deben acumular inventarios para anticipar una gran demanda en el futuro o cuántos turnos se deben de trabajar), y dónde producir (si se debe tener una o muchas plantas, y dónde deben estar ubicadas). También usan los pronósticos de precios y disponibilidad de insumos futuros a fin de guiar sus decisiones de producción.

Mercadotecnia: Los pronósticos desempeñan un papel clave en muchas decisiones de mercadotecnia. Las decisiones de fijación de precios, de vías de publicidad, las cuales dependen en mucho de los pronósticos de la respuesta a las ventas.

Economía: Los gobiernos y las empresas privadas de pronósticos, en todo el mundo, pronostican usualmente las principales variables económicas, como el producto interno bruto (PIB), el desempleo, el consumo, las inversiones, el nivel de precios y las tasas de interés. Los gobiernos usan esos pronósticos para guiar su política monetaria y fiscal, y las empresas privadas para planeación estratégica, porque las fluctuaciones de una economía mundial tienen efecto a nivel industrial y empresarial.

Especulación financiera: los especuladores en los mercados accionarios les interesa pronosticar los rendimientos (de acciones, de tasas de interés, de tasas de comerciales, los bancos generan pronósticos y la probabilidad en el cambio de precios en general) y sus pronósticos se elaboran frecuentemente.

Demografía: Los demógrafos pronostican en forma rutinaria y con detalle las poblaciones de países y regiones en todo el mundo, por ejemplo por edad, sexo y raza.

No obstante, en un estudio de campo, en el estado de Guanajuato se detectó que empresas exitosas como Cajas e Impresiones de León y otras industrias manufactureras, en su mayoría consideran conocimientos heurísticos para determinar el pronóstico de sus ventas de materia prima, ventas semanales de sus vendedores, artículos vendidos, etc. Asimismo, se determinó que para pronosticar las ventas y los precios de sus materias primas es necesario conocer la base de datos históricos de dichas ventas de la empresa, la cual no existe como tal en dichas empresas. Así, por otra parte, los empresarios desconocen a ciencia cierta la interdependencia entre las variables relacionadas con dichos pronósticos, lo cual, complica el análisis y la obtención de un buen pronóstico. Estas empresas son exitosas, sin embargo, preocupadas por la creciente demanda y la constante alza de los precios de las materias primas, han decidido probar sistemas computacionales de vanguardia que le ayuden a resolver parte de la problemática en la adquisición de su materia prima.

Actualmente, las industrias viven una etapa de incertidumbre por los cambios constantes en la sociedad y la economía de los países. Esto ha hecho necesario la aplicación de tecnologías de vanguardia e imprescindible en la actualidad. Por esto y con base en el estudio de campo y debido a la importancia académica que se le da al estudio de los pronósticos en Tecnológico Nacional de México; en el área de la Estadística Inferencial, se detectó que es necesario contar con una herramienta computacional que apoye en la obtención de pronósticos en diversas áreas. Por consiguiente, para el desarrollo de este agente inteligente se eligió un caso práctico que presentan Jhon E. Hanke Y Arthur G. Reitsch, expertos en pronósticos para los negocios en los Estados Unidos (E.U). El cual, consiste en determinar las ventas de miles de galones de leche del Sr. Bump [3] empresario de la industria de la leche en los E.U.

HIPÓTESIS

Por medio de un agente inteligente de decisión teórica y utilizando la teoría de regresión múltiple, se puede pronosticar la variable dependiente “y” en un ambiente académico y de negocios.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un modelo analítico como agente inteligente para los negocios utilizando la teoría de regresión y correlación múltiple.

METODOLOGÍA

En los pronósticos se investiga la relación entre las variables independientes y dependientes. A menudo, la relación entre dos variables [3] permite a una persona predecir con precisión la variable dependiente a partir del conocimiento de la variable independiente. Sin embargo, muchas de las situaciones de la vida real no son tan simples. Por lo regular, se necesita más de una variable independiente para pronosticar con precisión la variable dependiente. Cuando se emplea más de una variable independiente, el problema se hace más complejo y se convierte en un problema que implicará el análisis de regresión y correlación múltiple.

En la actualidad las empresas y los gobiernos en todos los niveles, deben justificar sus gastos. Con frecuencia se pronostica una variedad de eventos correspondientes a crisis económica. Sin embargo dicha información no se encuentra al alcance de los empresarios, ya que dichos modelos son herramientas que ayudan a predecir el valor de la inflación, como la materia prima, la cotización del dólar y otras variables. Los empresarios que han implementado los modelos de pronósticos más conocidos, se han hecho ricos, por esto es necesario un experto en la selección de variables, así como el método y el software adecuado para el pronóstico deseado.

Por lo tanto, un sistema computacional amigable de acuerdo a las necesidades de los empresarios y tomadores de decisiones, que pronostique las ventas de la materia prima o artículos en la industria o los negocios servirá al empresario para decidir cuánto vender o cuanta materia prima adquirir. Esta y otras decisiones son importantes en las empresas, pues el desconocimiento de sus ventas o costo a destiempo se refleja en la economía de la empresa, ya sea en ganancias o pérdidas en miles o millones de dólares.

DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA PARA DETERMINAR EL PRONÓSTICO

Definir el problema para determinar un pronóstico es la actividad previa al proceso de pronosticar, pues en esta etapa del proceso de pronóstico es donde se determinan los patrones que el experto tomará en cuenta para el desarrollo del pronóstico deseado para ejemplificar esta actividad se considera el problema propuesto por el Sr. Bump, empresario de la industria de la leche. El cual, consiste en pronosticar el volumen de ventas semanales de miles de galones de leche en la empresa del Sr. Bump.

El experto en pronósticos a través de una entrevista con el Sr. Bump, observa que el precio por galón y la publicidad en cientos de dólares pueden ser dos variables independientes relacionadas con el volumen de ventas de galones de leche. De tal forma, se decide elegir de manera aleatoria a los patrones de diez semanas, los cuales se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Patrones de diez semanas

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas (miles de galones)	10	6	5	12	10	15	5	12	17	20
Precio por galón (dólares)	1.3	2.0	1.7	1.5	1.6	1.2	1.6	1.4	1.0	1.1
Publicidad (cientos de dólares)	9	7	5	14	15	12	6	10	15	21

ESTABLECIMIENTO DE LOS PASOS A CONSIDERAR EN LOS PRONÓSTICOS

Todos los procedimientos formales de pronóstico comprenden la extensión de las experiencias del pasado al futuro incierto. Considerando que la suposición de pasado y futuro indistinguibles no se cumple, resultarán pronósticos imprecisos, a menos que se modifiquen a juicio de quien pronostica. Los pasos a considerar en los pronósticos son (ver Figura 1):

1. Recopilación de patrones
2. Construcción del modelo.
3. Extrapolación del modelo (el pronóstico en sí).

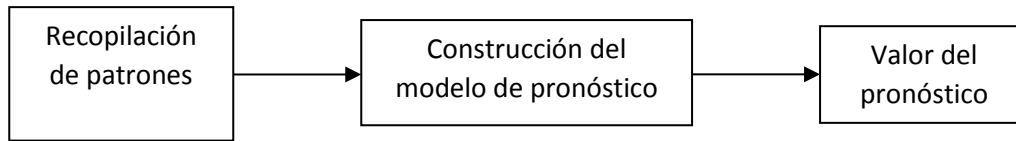


Figura 1. Pasos para la obtención de pronóstico.

ESTUDIO DE CASO PARA EL ANALISIS DE UN MODELO MATEMÁTICO PARA RECONOCIMIENTO DE PATRONES DE DOS VARIABLES INDEPENDIENTES

Cuando el Patrón histórico de reconocimiento corresponde a dos variable independientes se tienen N patrones. Y se tiene que el modelo matemático [7] para determinar la variable y' a pronosticar es:

$$y' = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 \tag{1}$$

dónde: y' es la variable dependiente a pronosticar, x_1 y x_2 son las variables independientes y b_0 , b_1 y b_2 son los coeficientes de regresión.

El sistema de ecuaciones para determinar los coeficientes b_0 , b_1 y b_2 es:

$$\sum y = b_0n + b_1 \sum x_1 + b_2 \sum x_2 \tag{2}$$

$$\sum x_1y = b_0 \sum x_1 + b_1 \sum x_1^2 + b_2 \sum x_1x_2 \tag{3}$$

$$\sum x_2y = b_0 \sum x_2 + b_1 \sum x_1x_2 + b_2 \sum x_2^2 \tag{4}$$

Por lo tanto, las sumatorias que se obtendrán a través de los datos históricos proporcionados son: $\sum y$, $\sum x_1$, $\sum x_2$, $\sum x_1y$, $\sum x_2y$, $\sum x_1x_2$, $\sum x_1^2$ y $\sum x_2^2$

Así, una vez obtenido el valor de dichas sumatorias se sustituirá en el sistema de ecuaciones y se procederá a determinar b_0 , b_1 y b_2 por algún método conocido en el álgebra lineal, para resolver este tipo sistemas.

MODELO DEL ESQUELETO AGENTE PARA LA DISCRIMINACIÓN Y EL PRONÓSTICO

Partiendo del estudio de la Inteligencia Artificial y de la teoría de los agentes inteligentes se determina desarrollar un agente inteligente que pueda resolver problemas concernientes a la discriminación de variables y pronóstico, utilizando la teoría de regresión y correlación múltiple, sin embargo, debido a que no existe un modelo de agente que se apegue a resolver la problemática propuesta en el presente trabajo se ha hecho necesario desarrollar un nuevo tipo de agente por decisión teórica.

Para la desarrollo de un agente inteligente es necesario seguir procedimientos fundamentales que caracterizan el método para el desarrollo de agentes inteligentes. Así, en la Figura 2 se presenta el modelo de desarrollo del diseño del agente inteligente.

El agente debe considerar métodos que le permitan saber qué hacer hoy, sabiendo que existe la posibilidad de actuar mañana. Estos métodos se aplican para resolver problemas de decisión secuencial, esto involucra la toma de decisiones complejas, de aquí la importancia de los agentes por decisión teórica [2].

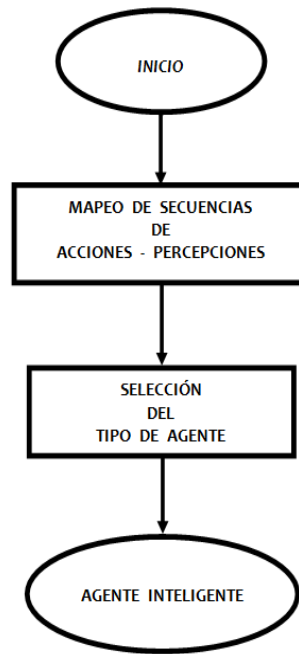


Figura 2. Modelo de desarrollo del diseño del agente inteligente para el pronóstico.

CONSTRUCCIÓN DEL PAMA (PERCEPCIONES, ACCIONES, METAS Y AMBIENTE) PARA EL DISEÑO DEL AGENTE.

El primer paso para diseñar el agente es desarrollar el PAMA primero es necesario contar con una idea precisa de las percepciones y acciones que intervendrán en el agente, así como del tipo de ambiente en que tal agente operará. En la Fig. 3 se describe brevemente las percepciones, acciones, metas y ambiente del agente, donde el tipo de agente se refiere a la función principal y más importante de nuestro agente, las percepciones se refiere a los valores de los patrones de entrada, las acciones es lo que va a emitir el agente a través de un mensaje positivo o negativo sobre la discriminación del pronóstico para proceder a determinar el pronóstico y así poder emitir el valor del pronóstico deseado por el usuario, las metas se refieren a la actuaciones racionales oportunas del agente basadas en las acciones y el ambiente se refiere al entorno en el cual trabajara el agente.

Tipo de agente	Percepciones	Acciones	Metas	Ambientes
Agente para la Discriminación y el Pronóstico Utilizando la Teoría de Regresión Múltiple).	Valores de los patrones de entrada, y, x_1, x_2, \dots, x_N , que pueden tener influencia en el pronóstico	Emitir mensaje de la discriminación del pronóstico y el valor del resultado del análisis (teórica-heurística) de la correlación(r) y el valor del pronóstico (y')	Actuar oportunamente en la toma de decisiones	Negocios, industrias y escuelas

Figura 3. PAMA del agente.

MAPEO DE SECUENCIAS DE LAS PERCEPCIONES Y ACCIONES DEL AGENTE

El mapeo de la secuencia de percepciones para obtener las acciones del agente se presenta en la Fig. 4, en esta se especifica el tipo de acción general que emprende el agente como respuesta a una determinada percepción, la cual se debe considerar en el diseño del algoritmo del agente.

PERCEPCIÓN					ACCIÓN y' (PRONÓSTICO)
y	x_1	x_2	x_3	... x_n	
(PATRONES DE DATOS HISTÓRICOS)					
y_1	x_{11}	x_{12}	x_{13}	... x_{1n}	y'_1
y_2	x_{21}	x_{22}	x_{23}	... x_{2n}	y'_2
y_3	x_{31}	x_{32}	x_{33}	... x_{3n}	y'_3
.
.
y_N	x_{N1}	x_{N2}	x_{N3}	... x_{Nn}	y'_N

Figura 4. Mapeo del agente.

Un caso particular de mapeo referente a la problemática en los negocios de la industria lechera lo tenemos en la Fig. 5, donde: y se refiere a las ventas semanales en miles de galones de leche, x_1 precio en dólares por galón y x_2 costo de la publicidad en cientos de dólares.

PERCEPCIÓN (PATRONES HISTÓRICOS)			ACCIÓN (PRONÓSTICO)
y	x_1	x_2	y'
10	1.3	9	10.95
6	2.0	7	4.01
5	1.7	5	5.31
12	1.5	14	12.23
10	1.6	15	11.99
15	1.2	12	13.53
5	1.6	6	6.72
12	1.4	10	10.71
17	1.0	15	16.94
20	1.1	21	19.62

Figura 5. Mapeo de percepciones - acciones del agente APDP referentes a la industria lechera.

RESULTADOS

Pasos para pasar de las percepciones recibidas del medio ambiente a las acciones comunicadas al agente inteligente.

1. Leer percepciones número de variables (n).
2. Leer percepciones número de muestras (N).
3. Leer percepciones valor de cada patrón ($x_1, x_2, \dots, x_N, y_N$)
4. Calcular sumatorias $\sum y, \sum x_1, \sum x_2, \sum x_1 y, \sum x_2 y, \sum x_1 x_2, \sum x_1^2$ y $\sum x_2^2$ y las necesarias si N es mayor de dos variables x y y .

5. Sustituir sumatorias en el modelo de ecuaciones normales 2, 3 y 4.
6. Calcular coeficientes $b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$, resolviendo el sistema de ecuaciones simultaneas.
7. Determinar el objeto $y' = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$
8. Calcular y' para cada percepción x_{iN}
9. Respuesta y' del agente por medio de una acción, comunicando el valor pronosticado por el agente, considerando valor heurístico de x_i dado por el experto en pronósticos.

CONCLUSIONES

En la presente investigación se desarrolló un modelo de agente inteligente cuyo fin es apoyar a las personas de negocios y académicos, involucrados en la toma de decisiones y la obtención de pronósticos. Este desarrollo generó un nuevo tipo de agente que pertenece a la clasificación de los agentes por decisión teórica, al cual se le denominó agente por decisión teórica utilizando la teoría de regresión y correlación lineal múltiple.

Así, para el buen funcionamiento y desempeño del agente se le implementó el conocimiento de expertos en negocios y expertos teóricos, conocedores de la teoría de regresión y correlación lineal múltiple. El agente diseñado con las características siguientes:

- Puede actuar en un ambiente de negocios, académico y otros.
- Este dotado de la capacidad racional para el cálculo y el análisis de la correlación de variables que influyen en el pronóstico, así como para el cálculo del pronóstico.
- Autonomía, la cual se tiene al hacer que el agente tome en cuenta las percepciones de los patrones obtenidos del medio ambiente en estudio.

Así se comprueba la importancia del agente como una herramienta computacional que sirve a empresarios y académicos en la ardua y compleja tarea realizada en el pronóstico deseado.

Por lo tanto, este agente inteligente es una herramienta analítica que sirve de apoyo para el pronóstico. Asimismo, dicho modelo, se convierte en una herramienta ideal cuando la correlación entre las variables pronosticadoras y la pronosticada tienden a ser la unidad.

REFERENCIAS

- [1] Angulo, J. Ma y Moral A, del, 1994. Inteligencia Artificial, Paraninfo, Madrid, España.
- [2] Rolston, David W. Principio de Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos, 1992. Mc. Graw Hill, Medellín, Colombia.
- [3] Hanke Jhon E. Y Reitsch Arthur G. 1996. Pronósticos En Los Negocios, Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. Edo. De México.
- [4] Memoria del V Congreso Internacional de Investigaciones en Ciencias Compu, 1998. INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), Aguascalientes, México.
- [5] Nebendahl, Dieter, 1988. Sistemas Expertos, Siemens, Marcombo, Barcelona, España.
- [6] Mason Robert D. y Douglas A. Lind, 1998. ESTADÍSTICA PARA ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA, Alfaomega. D.F., México.

Correo autor: levitrones@hotmail.com