

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA ASISTENCIAL EN UNA CONSULTA DE ATENCIÓN PRIMARIA

J.D. Bermúdez¹, M.A. López², J.V. Segura³ y E. Vercher¹

¹Departament d'Estadística i Investigació Operativa, Universitat de València

²Centro de Salud Campanar de Valencia

³Departamento Estadística y Matemática Aplicada, Universidad Miguel Hernández

Antecedentes y/o objetivos

En este trabajo se muestra como las técnicas de predicción en series temporales, en concreto el modelo de suavizado exponencial de Holt-Winters, pueden utilizarse en el estudio del volumen de demanda asistencial diaria en una consulta de atención primaria. El objetivo es detectar posibles patrones, tanto de estacionalidad semanal como de evolución de la demanda, que permitan hacer predicciones de calidad a corto plazo.

Son bastantes los trabajos sobre las características de la demanda asistencial (ver por ejemplo Herrera et al. (2000) y Pedrera et al. (2004)). Son más escasos, sin embargo, los estudios sobre la evolución del volumen de demanda y su predicción (ver por ejemplo Cote y Tucker (2001)), aunque dichos estudios resultan de gran importancia para una correcta planificación sanitaria.

Los métodos de suavizado exponencial se basan en fórmulas simples y de fácil interpretación. En especial el método generalizado de Holt-Winters (Chatfield y Yar, 1988; Gardner, 1985; Chatfield et al., 2001) se utiliza en las más diversas aplicaciones y es fácilmente implementable, incluso en hojas de cálculo (Segura y Vercher, 2000). Además, los resultados de la Competición M3 (Makridakis y Hibon, 2000) confirman que los métodos de suavizado exponencial proporcionan predicciones de gran fiabilidad, sólo superados por procedimientos que exigen un delicado análisis de comparación de modelos, con la consecuente exigencia en tiempo de cálculo y la necesidad de un estudio individualizado de cada problema, por lo que no pueden aconsejarse para su uso rutinario.

En este trabajo, proponemos utilizar el método generalizado de Holt-Winters para realizar el análisis estadístico de las series temporales sobre volumen de demanda sanitaria.

Métodos

Las series temporales estudiadas recogen datos diarios, de lunes a viernes, de la solicitud de demanda asistencial en una consulta de atención primaria del Centro de

Salud de Campanar, en Valencia. Se ha recogido la serie de datos de consulta con cita previa diaria, para realizar un análisis específico del número de pacientes citados, y la serie de consultas sin cita (pacientes no citados) para realizar, al agregar las dos series, un análisis de la consulta total.

El análisis estadístico propuesto es semi-paramétrico. Se utiliza un modelo generalizado de Holt-Winters, pero no se propone distribución paramétrica alguna sobre los residuos. Se consideran varias medidas de ajuste: la raíz cuadrada del error cuadrático medio, RMSE; el error absoluto medio, MAD, y el error absoluto porcentual medio, MAPE. La estimación de los parámetros del modelo se consigue minimizando simultáneamente esas tres medidas de ajuste mediante un algoritmo de programación difusa multiobjetivo. En Bermúdez et al. (2004) se muestran todos los detalles matemáticos del algoritmo, así como los resultados obtenidos con un subconjunto de las series de la Competición M1 (Makridakis et al., 1982).

Dos son las piezas fundamentales del proceso de estimación aquí utilizado. En primer lugar, a los valores iniciales de las componentes de nivel, tendencia e índices estacionales del método Holt-Winters se les da también el tratamiento de parámetros, utilizando todos los datos para su estimación. En segundo lugar, se tiene en cuenta la posible existencia de múltiples mínimos locales, utilizando una estrategia multi-comienzo en los algoritmo de optimización no lineal utilizados.

Una vez estimados los parámetros del modelo, los residuos obtenidos se utilizan para construir intervalos bootstrap de predicción.

Resultados

Las predicciones a corto plazo han resultado bastante buenas. Como ejemplo comentamos aquí brevemente los resultados obtenidos al estudiar la serie de las consultas con cita previa, utilizando tan sólo los datos observados durante los meses de marzo y abril de 2004 para predecir las tres primeras semanas del mes de mayo, y suponiendo una influencia aditiva de la componente estacional. En esa serie el MAPE de ajuste, obtenido al comparar los datos utilizados en la estimación con los propuestos por el modelo estimado, resultó ser del 5.3 %. El MAPE de predicción, obtenido al comparar las predicciones obtenidas tras el ajuste con las consultas finalmente realizadas, fue del 5.9 % para la primera semana y del 10.4 % para la predicción de las tres primeras semanas de mayo. Es de destacar el escaso incremento del MAPE de predicción respecto al de ajuste, sobre todo al considerar un horizonte de predicción de tan sólo la primera semana.

En el modelo obtenido al ajustar la serie anterior resulta llamativo que dos de los parámetros de suavizado del modelo tienen una estimación de cero. Uno de ellos es el parámetro asociado a la estacionalidad, mostrando que parece no haber habido cambios en el comportamiento estacional semanal de la serie, pues los parámetros

asociados a cada día semanal van a permanecer constantes a lo largo de toda la serie. Como consecuencia la serie se podría desestacionalizar de manera óptima. El otro parámetro estimado como cero es el asociado al nivel de la serie, lo que hay que interpretar como que no se han detectado cambios de tendencia a lo largo de la ventana temporal estudiada. Esto puede ser debido a que la serie aquí comentada tiene una ventana temporal muy pequeña, tan sólo de dos meses.

Conclusiones

La utilización de técnicas de análisis estadístico de series temporales, como las empleadas en este trabajo, permiten obtener predicciones a corto plazo bastante fiables de la demanda asistencial sanitaria esperada. Estas predicciones pueden resultar de gran utilidad para detectar con prontitud variaciones en esa demanda, lo que haría posible planificar la consulta con cita previa para adecuarla, dentro de las posibilidades asistenciales del Centro de Salud, a la demanda prevista.

Por otra parte el análisis de una ventana temporal más amplia haría posible el estudio de la evolución de la demanda a medio y largo plazo, lo que permitiría detectar los cambios sociales y demográficos en la zona básica de salud correspondiente al Centro de Salud, facilitando la adecuada planificación de sus recursos materiales y humanos.

En un contexto meramente estadístico, las series aquí analizadas son un ejemplo de la versatilidad y buenos resultados predictivos de la metodología estadística utilizada en este trabajo: Modelo generalizado de Holt-Winters, con un análisis robusto de los residuos y un cuidado método de optimización.

Referencias

- Bermúdez, J. D., Segura, J. V. y Vercher, E. (2004). Design and implementation of a decision support system for automatic forecasting of time series. Sometido a Decision Support Systems.
- Chatfield, C., Koehler, A. B., Ord, J. K. y Snyder, R. D. (2001). A new look at models for exponential smoothing. *The Statistician* 50:147–159.
- Chatfield, C. y Yar, M. (1988). Holt-winters forecasting: Some practical issues. *The Statistician* 37:129–140.
- Cote, M. J. y Tucker, S. L. (2001). Four methodologies to improve healthcare demand forecasting. *Healthcare financial management* 55(5):54–58.
- Gardner, E. S. (1985). Exponential smoothing: The state of the art. *Journal of Forecasting* 4:1–28.

- Herrera, M., Gracia, R., Santana, C., Jiménez, A., Ayala, J. y Cuadrado, P. (2000). Demanda sanitaria neuropediátrica en un hospital general. *Anales Españoles de Pediatría* 53:106–111.
- Makridakis, S., Andersen, A., Carcone, R., Fildes, R., Hibon, M., Lewandowski, R., Newton, J., Parzen, E. y Winkler, R. (1982). The accuracy of extrapolation (time series) methods: Results of a forecasting competition. *Journal of Forecasting* 1:111–153.
- Makridakis, S. y Hibon, M. (2000). The m3-competition: results, conclusions and implementations. *International Journal of Forecasting* 16:451–476.
- Pedrerá, V., Orozco, D., Gil, V., Prieto, I., Moya, M. I. y Sanchís, C. (2004). Características de la demanda de atención médica primaria en un área de salud de la comunidad valenciana. *Atención Primaria* 33:31–37.
- Segura, J. V. y Vercher, E. (2000). A spreadsheet modeling approach to the holt-winters optimal forecasting. *European Journal of Operational Research* 131:147–160.