
Novedades bibliográficas y de software docente

OPTIMIZACIÓN DINÁMICA
DE E. CERDÁ

GUIOMAR MARTÍN HERRÁN
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

Este texto es una introducción a la Optimización Dinámica que presenta de forma rigurosa los conceptos matemáticos, ilustrando cada concepto, propiedad y condición con ejemplos. El texto consigue, a través de los diferentes ejemplos estudiados, que el lector pueda utilizar adecuadamente las técnicas de optimización dinámica en la resolución de diferentes problemas planteados en las aplicaciones a distintos campos como la economía, la física o la ingeniería.

Como su propio autor reconoce en el prólogo, el texto es el resultado final de un largo proceso que comenzó con la elaboración de material de apoyo para alumnos de distintos cursos de doctorado, que constituyeron las versiones previas de los diferentes capítulos. La experiencia del autor en el tema queda patente en la versión final que presenta los diferentes conceptos y técnicas de resolución de optimización dinámica de una forma comprensible y pedagógica, motivando al lector mediante la introducción de ejemplos y aplicaciones. En palabras del autor, el libro está pensado para un curso de introducción a la optimización dinámica dirigido a alumnos de segundo y tercer ciclo de licenciatura en Economía, en las especialidades de Análisis Económico y Economía Cuantitativa, pudiendo ser útil para alumnos de Administración y Dirección de Empresas, Ciencias matemáticas, Ciencias físicas, Ciencias ambientales o de Escuelas de ingenieros. En mi opinión, dado el tratamiento riguroso, tanto de los aspectos teóricos como de la resolución de los problemas, constituye un manual a utilizar

por cualquier lector que necesite enfrentarse a cuestiones de Optimización Dinámica. Los conocimientos previos para seguir el texto son los básicos de álgebra lineal, análisis matemático, programación matemática y ecuaciones diferenciales, necesitándose ciertos conocimientos básicos de estadística para la parte de control estocástico. Es suficiente con que el lector haya seguido un curso de introducción a la economía para comprender los conceptos económicos utilizados en los ejemplos y en las aplicaciones.

El libro se compone de cinco partes. La primera parte consta de un único capítulo introductorio que se dedica a proporcionar una idea general de la optimización dinámica a través de diferentes ejemplos, así como a realizar un breve repaso histórico de la optimización dinámica, subrayando algunos problemas económicos que pueden resolverse utilizando este instrumento matemático. Este primer capítulo concluye con la introducción del descuento intertemporal, tanto en el caso de tiempo discreto como en el de tiempo continuo.

La segunda parte consta de dos capítulos y está dedicada al cálculo de variaciones. En el primero de los capítulos de este bloque se presenta el problema básico de cálculo de variaciones, tratando en primer lugar el problema de la braquistócrona, que históricamente dio origen al cálculo de variaciones. Una vez formulado el problema se deducen las condiciones necesarias y suficientes de optimalidad, presentando éstas para los distintos tipos de condiciones finales. Las condiciones de optimalidad se

interpretan económicamente para dos problemas diferentes. El segundo capítulo dedicado al cálculo de variaciones extiende el problema básico estudiado en el capítulo precedente: problemas con un funcional objetivo más general, caso vectorial, incorporación de diferentes tipos de restricciones y caso de funcionales que dependen de derivadas de orden mayor que uno.

La tercera parte, dedicada al control óptimo en tiempo continuo, también consta de dos capítulos. En el primero, tras plantear el problema de control óptimo en tiempo continuo subrayando las diferentes formas que puede tener el funcional objetivo, se presenta el principio del máximo de Pontryagin, resultado fundamental para obtener la solución óptima del problema, ya que establece condiciones necesarias de optimalidad. Este resultado se aplica a diferentes ejemplos y se demuestra utilizando métodos de cálculo de variaciones. Tras la interpretación económica del Principio del Máximo se establecen las condiciones suficientes de optimalidad de Mangasarian y Arrow. El siguiente capítulo se dedica a distintas extensiones de las condiciones necesarias y condiciones suficientes para el problema básico de control óptimo en tiempo continuo recogidas en el capítulo precedente. En primer lugar se establecen las condiciones de optimalidad para distintos tipos de condiciones finales. A continuación se comprueba que todo problema de cálculo de variaciones se puede formular como un problema de control óptimo, estableciéndose la relación entre las condiciones de optimalidad de

los dos tipos de problemas. Las dos secciones siguientes se centran en el estudio de dos tipos particulares de problemas de control: control bang-bang y problemas lineal-cuadráticos. Las dos últimas secciones de este capítulo se dedican a la introducción del denominado Hamiltoniano valor presente y al estudio de los problemas con horizonte temporal infinito, ambos estrechamente ligados a problemas de control óptimo que se estudian en economía. El estudio cualitativo de la solución óptima mediante el análisis del diagrama de fases se ilustra a través del modelo neoclásico de crecimiento económico.

La cuarta parte se dedica al control óptimo en tiempo discreto, presentando en el primer capítulo la programación dinámica y en el segundo otros métodos en tiempo discreto. En el primer capítulo se trata el problema básico de control óptimo en tiempo discreto y se presenta la programación dinámica como método que permite resolver el problema planteado, aplicando este método de resolución a diferentes ejemplos. Finalmente se muestra como la programación dinámica también se puede aplicar como método de solución para problemas de control en tiempo continuo. En el siguiente capítulo se utiliza el método de la programación dinámica para resolver problemas con descuento intertemporal y para estudiar problemas con horizonte temporal infinito. El resto del capítulo se dedica a presentar otro métodos de resolución para problemas de control óptimo en tiempo discreto, como son los multiplicadores de Lagrange, el princi-

pio del máximo en su versión en tiempo discreto y la programación matemática. El libro concluye con un apéndice dedicado a una introducción al control estocástico en tiempo discreto. En primer lugar se formula el problema, para a continuación abordar su resolución mediante programación dinámica.

En todos los capítulos los distintos conceptos que se introducen y se estudian se ilustran con la aplicación a un gran número de ejemplos, que en muchas ocasiones corresponden a la formulación en el campo de la optimización dinámica de diversos problemas que surgen en economía. Los distintos ejemplos estudiados permiten al lector familiarizarse con la aplicación práctica de los conceptos y resultados establecidos a lo largo de los diferentes capítulos. Todos los capítulos concluyen con una relación de ejercicios propuestos, con aplicaciones en contextos variados.

En definitiva, se trata de un texto con un enfoque riguroso del tema, donde tanto las demostraciones presentadas como los ejemplos estudiados buscan la comprensión de los distintos conceptos teóricos por parte del lector. Se trata, por tanto, de un manual riguroso y didáctico a la vez, que va a resultar muy útil y de gran ayuda para todos aquellos que tengan que enfrentarse a un problema planteado en el campo de la optimización dinámica.