



LICENCIATURA EN CIENCIAS DE DATOS
Propuesta de tema de tesis

Comparación de Algoritmos de Asignación justa de bienes indivisibles

Cómo repartir un conjunto de bienes (artículos, no plata) entre un grupo de personas no es un problema sencillo. Para fijar ideas supongamos que las personas son un grupo de hermanos que heredan un conjunto de bienes. Cada hermano valora los bienes según su propia valoración y se desea tener un método que reparta los bienes de manera que todos queden satisfechos. Hay definidas distintas medidas de justicia y funciones de bienestar para medir cuán buenos son los repartos y lo deseable es proponer algoritmos de reparto que se desempeñen bien respecto a estas medidas. El objetivo del trabajo será proponer un método de reparto y compararlo a través de simulaciones con otros algoritmos conocidos, así como estudiar si el estimador propuesto cumple o no alguna de las medidas de justicia. Es un problema bastante similar al de repartir bienes, el de repartir un conjunto de tareas entre trabajadores, donde cada uno valora las tareas según su percepción. También se estudiará este problema y se propondrá un método de reparto de tareas. Finalmente se creará una aplicación Shiny para que los usuarios interesados puedan utilizar libremente esta herramienta en cualquiera de los tipos de reparto

Palabras clave: Distribución Justa - Mecanismos de asignación - Bienes Indivisibles - Simulación de Monte Carlo

Conocimientos deseables

Programación en R ; Manejo de Paquete Shiny

¿Qué podría aprender quien realice esta tesis?

Aprenderá el estado del arte del problema de los repartos de bienes y tareas, las diversas nociones de justicia y cuantificadores de bienestar y conocerá los diversos problemas abiertos que hay en el área. Tendrá un buen entrenamiento en comprensión, descripción y programación de algoritmos. Conocerá como se aplican técnicas de grafos en ciertos algoritmos. Obtendrá un buen manejo de Shiny.

Dirección de la tesis

*Alvarez, Agustín
Universidad Nacional de General Sarmiento*

Contacto: agalvarez@campus.ungs.edu.ar

Más información en el pdf a continuación.

Reparto de Bienes o Tareas

Resumen: Cómo repartir un conjunto de bienes (artículos, no plata) entre un grupo de personas no es un problema sencillo. Las personas podrían ser un grupo de hermanos que heredan un conjunto de bienes, o un matrimonio que se divorcia, o países en conflicto por un conjunto de bienes. Pensando en los hermanos que heredan, cada hermano valora los bienes según su propia valoración y se desea tener un método que reparta los bienes de manera que todos queden satisfechos con el reparto. Hay definidas distintas medidas de justicia y funciones de bienestar para medir cuán buenos son los repartos de este tipo y lo deseable suele ser proponer algoritmos de reparto que se desempeñen bien respecto a estas medidas o cuantificadores. El objetivo del trabajo será proponer un método de reparto y compararlo a través de simulaciones con otros algoritmos conocidos, así como estudiar si el estimador propuesto cumple o no alguna de las medidas de justicia. Es un problema bastante similar al de repartir bienes, el de repartir un conjunto de tareas entre trabajadores, donde cada uno valora las tareas según su percepción. También se estudiará este problema y se propondrá un método de reparto de tareas. Finalmente se creará una aplicación Shiny para que los usuarios interesados puedan utilizar libremente esta herramienta en cualquiera de los tipos de reparto.

Palabras Clave: Distribución Justa ; Mecanismos de Asignación ; Bienes Indivisibles ; Simulación de Monte Carlo ; Bienestar Social de Nash ; Utilidad Social ; Eficiencia Computacional

Conocimientos deseables: Programación en R. Paquete Shiny.

Qué podría aprender quien realice esta tesis? Aprenderá el estado del arte del problema de los repartos de bienes y tareas, las diversas nociones de justicia y cuantificadores de bienestar y conocerá los diversos problemas abiertos que hay en el área. Tendrá un buen entrenamiento en comprensión, descripción y programación de algoritmos. Conocerá como se aplican técnicas de grafos en ciertos algoritmos. Obtendrá un buen manejo de Shiny.

Dirección de Tesis:

Alvarez, Agustín

Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento.

Contacto: agalvarez@campus.ungs.edu.ar

1. Trabajo de Tesis

Comenzaremos el trabajo de tesis leyendo un par de trabajos recientes que compendian la historia del arte del problema de repartir n bienes entre m personas, o de repartir n tareas entre m personas (ver [1] y [2]). En estos trabajos se presentan todas las principales definiciones de medidas de justicia, de bienestar y de eficiencia, se explican los algoritmos más conocidos de asignación de bienes indivisibles con las propiedades que cumplen y se enumeran de manera precisa una serie de al menos 10 problemas abiertos del área de investigación. A su vez se cuenta y se cita los avances que hay intentando resolver estos problemas abiertos. Los trabajos del área más reconocidos, que estudiaremos, en general versan sobre la propuesta de algún algoritmo, el estudio de las medidas de justicia que cumple, la complejidad computacional de los mismos y también la vinculación entre medidas de eficiencia y de bienestar, ver los trabajos de [3] a [8]. Sin embargo, no parece haber un algoritmo en particular que se destaque sobre los demás y que cumpla las diversas medidas de justicia o maximice las medidas de bienestar. Si pensamos en un grupo de n personas que están por dividirse un conjunto de m bienes, podrían fijar como método

para repartir, probar varios de estos algoritmos y ver cuál los deja más conformes de acuerdo a algún criterio consensuado previamente sobre alguna medida de justicia o de bienestar. Con esto intento enfatizar que parece razonable poder poner a comparar algoritmos conocidos junto eventualmente con algún algoritmo que podamos proponer para ver en qué se destaca cada uno respecto de las medidas de justicia y de bienestar. Al menos hasta donde pude ver no hay muchos trabajos que comparen los métodos existentes a través de simulaciones. Hay un trabajo en este sentido que compara métodos para repartos entre dos personas y con valuaciones tipo ranking de los bienes, ver [9]. El trabajo de Tesis versará en poder utilizar ideas de algunos de los trabajos citados y otras nuevas que puedan surgir para proponer un algoritmo de asignación. Programar algunos de los algoritmos más populares de asignación y compararlos en una simulación con el que proponemos. También programar algoritmos exhaustivos que sean óptimos en algún sentido o que aseguren el cumplimiento de alguna medida de justicia y comparar todos los algoritmos con estos algoritmos exhaustivos cuando la cantidad de personas y bienes lo permitan por la complejidad computacional. A su vez utilizar el algoritmo que nos resulte más adecuado, para realizar una aplicación Shiny en la cual los usuarios puedan disponer libremente de un método para repartir ya sea bienes o tareas.

Objetivo de mínima: Realizar una comparación computacional de los métodos existentes más populares junto con algoritmos exhaustivos en tamaños pequeños de personas y bienes y una comparación entre los métodos que lo permitan para tamaños moderados de bienes y personas. Elegir el método más adecuado para tamaños moderados según los resultados y programarlo para que funcione en una aplicación Shiny libre al público.

Objetivo de máxima: Proponer un algoritmo nuevo que sea computable con tamaños moderados de bienes o tareas y personas y mostrar en las simulaciones que se destaca en algún sentido respecto de los conocidos del área.

Referencias

- [1] Amanatidis, G., Aziz, H., Birmpas, G., Filos-Ratsikas, A., Li, B., Moulin, H., ... & Wu, X. (2023). Fair Division of Indivisible Goods: Recent Progress and Open Questions. *Artificial Intelligence*, 103965.
- [2] Aziz, H., Li, B., Moulin, H., & Wu, X. (2022). Algorithmic fair allocation of indivisible items: A survey and new questions. *ACM SIGecom Exchanges*, 20(1), 24-40.
- [3] Lipton, R. J., Markakis, E., Mossel, E., & Saberi, A. (2004). On approximately fair allocations of indivisible goods. In *Proceedings of the 5th ACM Conference on Electronic Commerce* (pp. 125-131).
- [4] Plaut, B., & Roughgarden, T. (2020). Almost envy-freeness with general valuations. *SIAM Journal on Discrete Mathematics*, 34(2), 1039-1068.
- [5] Chaudhury, B. R., Garg, J., & Mehlhorn, K. (2020). EFX exists for three agents. In *Proceedings of the 21st ACM Conference on Economics and Computation* (pp. 1-19).
- [6] Akrami, H., Alon, N., Chaudhury, B. R., Garg, J., Mehlhorn, K., & Mehta, R. (2022). EFX allocations: Simplifications and improvements. *arXiv preprint arXiv:2205.07638*.
- [7] Caragiannis, I., Gravin, N., & Huang, X. (2019). Envy-freeness up to any item with high Nash welfare: The virtue of donating items. In *Proceedings of the 2019 ACM Conference on Economics and Computation* (pp. 527-545).

- [8] Caragiannis, I., Kurokawa, D., Moulin, H., Procaccia, A. D., Shah, N., & Wang, J. (2019). The unreasonable fairness of maximum Nash welfare. *ACM Transactions on Economics and Computation (TEAC)*, 7(3), 1-32.
- [9] Kilgour, D. M., & Vetschera, R. (2018). Two-player fair division of indivisible items: Comparison of algorithms. *European Journal of Operational Research*, 271(2), 620-631.