

EXTENDIENDO *HANDIVOTE* PARA MANEJAR DECISIONES ECONÓMICAS DIGITALES

Paul Cockshott y Karen Renaud





Recientemente se ha tomado una mayor conciencia sobre la necesidad de consultar a la población con mayor frecuencia sobre los asuntos que la conciernen. A continuación, tratamos el problema económico de la creación de un presupuesto nacional y demostramos como la tecnología digital puede ser aplicada en este ámbito de una manera comprensible. Actualmente, los gobiernos son reacios a llevar a cabo plebiscitos debido a los precios inherentes al sistema tradicional de votación. Handivote es un sistema que permite maximizar la participación ciudadana mediante la utilización del teléfono móvil, un elemento omnipresente en nuestras sociedades, para apoyar el proceso de toma de decisión. En este artículo demostramos como Handivote podría ser extendido para promover la participación del votante en la toma de decisiones económicas a un nivel nacional. Nuestra propuesta incluye un algoritmo que maximiza la satisfacción del votante en presencia de restricciones presupuestarias y las preferencias mostradas mediante su voto.

Introducción

El Gobierno Nacional constituye aproximadamente el 35% de la economía en el Reino Unido (Dye & Sosimi, 2009). La mayor parte de la investigación en economía digital se centra en el sector del comercio electrónico, el cual representa únicamente el 7% de la economía del Reino Unido. Hay una clara necesidad de empezar a considerar cómo digitalizar las relaciones entre los ciudadanos y el gobierno, el cual constituye una porción significativa de la economía.

En artículos previos (Renaud & Cockshott, 2009b,a), ya hemos demostrado cómo es posible organizar un sistema de votación electrónico anónimo y seguro. Los votantes solo tienen que registrar sus votos en el plebiscito a través de su teléfono móvil o una línea de teléfono fija. Los plebiscitos en los que nos hemos centrado hasta ahora presentan generalmente preguntas que puede contestarse con sí/no, como:

- ¿Debería prohibirse fumar en público?
- ¿Debería salir el Reino Unido de la guerra en Afganistán?
- ¿Debería independizarse Escocia?

En este artículo extendemos el análisis a asuntos más complejos que aparecen con demandas complejas y contradictorias en política presupuestaria. A continuación, demostraremos que es posible crear un sistema de votación electrónico que permita al público tomar decisiones en materia de impuestos y gasto público, incluso cuando no entiendan al detalle las interdependencias y conflictos que suponen tomar estas decisiones. Estos plebiscitos difieren de los plebiscitos clásicos en cuanto a:

1. Las decisiones a tomar no son binarias, sino que involucran un rango de posibles opciones. Por



ejemplo, si el gasto público en bibliotecas debería subir un 1%, 2%, ..., 6%, etc. Esto significa que los resultados de la votación deben ser expresados en términos numéricos en lugar de una mayoría de "síes" y "noes".

2. Hay múltiples asuntos sobre los que decidir. Por ejemplo, podrían ser objetos de gasto público los que requieran un ajuste o equilibrio presupuestarios: escuelas, hospitales, la Marina, pensiones, etc. Esto significa que el problema de decisión es multidimensional en un sentido estricto, por lo que el resultado de la decisión no debe ser numérico, sino que debe ser un vector de números.
3. Hay dependencias funcionales entre los asuntos sobre los que se puede votar. Supongamos que, además del gasto público en las áreas mencionadas anteriormente, los temas a decidir también incluyan el impuesto sobre el valor añadido, impuesto básico sobre la renta, impuestos sobre las rentas más altas y el impuesto sobre el tabaco. Este no es únicamente un problema multidimensional, sino que además debe garantizarse que el cambio en los impuestos es suficiente para financiar los cambios en gastos.

Cada uno de estos problemas será considerado, resultando en la propuesta de un modelo que pueda abarcarlos a todos.

El sistema Handivote

El sistema de plebiscito electrónico fue presentado por primera vez en Renaud & Cockshott (2007). En aras de la claridad, se presenta a continuación un resumen del procedimiento propuesto. La votación tiene lugar en tres etapas diferentes: registro, votación y verificación.

1. Los votantes se registran en persona, presentando un documento de identificación en las oficinas de registro. Los registros quedan archivados para garantizar que un mismo votante no pueda registrarse varias veces.
2. Luego eligen un sobre sellado de un frasco. El sobre contiene una tarjeta de votante que se asimila a una tarjeta de crédito. La tarjeta de votante contiene una tarjeta SIM y tiene impreso dos números, un identificador de votante y un código PIN. Es importante tener en cuenta que únicamente el o la votante conocerá su identificador.
3. Cuando comienza el periodo electivo, el ciudadano puede usar esta tarjeta para votar. El voto puede entregarse tanto en las urnas como a través de diferentes canales electrónicos. En todos los casos el identificador de votante y el código PIN deben ser usado, ya sea manualmente o mediante una lectura automática de la tarjeta SIM para votar, para el seguimiento del voto. Únicamente combinaciones correctas de identificador y PIN serán registradas como votos válidos. Aquí debe tenerse en cuenta de nuevo que únicamente el ciudadano sabe cual identificador está en la tarjeta y por lo tanto el voto permanece anónimo hasta la conclusión de la votación.
4. El recuento de los votos se realiza electrónicamente y al final los resultados son publicados. Una vez que la votación ha concluido, el votante puede verificar que el escrutinio ha sido realizado correctamente, porque la lista completa de resultados con cada identificador de votante es registrada y publicada (en la web y en la prensa). Esto permite:



- A los ciudadanos comprobar que su voto haya sido registrado correctamente.
- A cualquiera con acceso a la lista de votos publicada verificar que el recuento de votos haya sido correcto.

El procedimiento propuesto tiene algunos mecanismos de control para garantizar que el escrutinio de votos ha sido realizado correctamente y que el proceso completo ha sido tan transparente como sea posible.

Resumiendo, los principios de nuestro proceso de votación son:

1. Los votantes deben elegir una tarjeta de votante de forma aleatoria cuando presentan su identificación en la oficina electoral y esta identificación coincide con el nombre en el registro de votantes. Esto garantiza que únicamente votantes elegibles puedan votar, y, además, hacerlo de manera anónima.
2. Los votantes pueden votar usando una variedad de dispositivos, incluyendo teléfonos móviles, teléfonos fijos, teléfonos públicos y cabinas electorales. Esto reduce las barreras de participación y movilidad de los votantes.
3. Volver a votar con un número de tarjeta de votante particular invalida el voto previo si hay alguna diferencia con el nuevo voto. Esto desalienta el robo de tarjetas de votantes.
4. Una lista de tarjeta de votantes junto al voto emitido por cada una de ellas se hace pública una vez el periodo electoral haya concluido. Esto proporciona la transparencia que habitualmente no está presente en los actuales procesos de votación electrónicos. Comprobar la exactitud del recuento también es posible para cualquier votante. Esto también garantiza que ninguna persona o grupo conozca resultados intermedios y tenga tiempo de montar un ataque coercitivo a un nivel masivo para cambiar el resultado del plebiscito. Lauer argumenta que una auditoría verificada por el votante es la única medida efectiva contra una serie de amenazas contra el voto electrónico (Lauer, 2005).
5. Finalmente, nuestro sistema se caracteriza por la simplicidad del proceso de votación. Los votantes ponen su tarjeta de votante en una máquina de votación y eligen una opción en pantalla o contactan la línea de votación por teléfono, proporcionan su número de tarjeta y código PIN y eligen una opción. No hay complicados pasos extra en el proceso, como es el caso en otros sistemas de votación electrónica.

El informe *Purity of Elections in the UK: Causes for Concern* Wilks-Heeg (2008) del Rowntree Reform Trust afirma que: "los programas piloto de voto electrónico han demostrado ser extremadamente costosos y no hay evidencia que sugiera que el voto electrónico ofrezca un margen significativo para aumentar la participación por este medio. Al mismo tiempo, persisten serias preocupaciones sobre la seguridad y la transparencia del voto electrónico y su vulnerabilidad ante el fraude organizado".

En particular, se ha mostrado preocupación sobre el recuento electrónico: "El recuento electrónico no solo ha fallado con frecuencia en mejorar el tiempo estimado requerido para el conteo manual, sino que también ha subrayado la falta de transparencia en dicho sistema". Además, también



señalan que hubo 42 condenas por fraude electoral entre 2000 y 2007. Es más, todas las fuerzas policiales inglesas, exceptuando la ciudad de Londres, ha investigado alegaciones de negligencia electoral desde el año 2000. Finalmente, la credibilidad de la lista de votantes estuvo en entredicho debido a la cantidad de votantes no registrados y se ha demostrado como el voto por correo está expuesto al abuso generalizado.

¿Ofrece Handivote una alternativa viable a los sistemas actualmente existentes? Nosotros creemos que sí lo hace. Consideremos a continuación los problemas subrayados por este artículo:

Mayor participación. Bajamos las barreras de participación, gracias a la posibilidad que tienen los votantes para participar a través de su teléfono, teléfono móvil o teléfono público. Votar se convierte en algo tan sencillo como llamar por teléfono y elimina la necesidad de acudir a los colegios electorales.

Transparencia. La fase de verificación incluida en nuestra propuesta permite a los votantes verificar que su voto ha sido registrado correctamente desde la comodidad de su propio hogar, ya sea a través de la televisión o la web.

Coste. Nuestro sistema requiere de la producción de tarjetas de votante. Una vez se ha realizado, los dispositivos ya existentes serán capaces de leer el chip embebido, removiendo así la necesidad de compra de costosos dispositivos.

Coerción. Si un votante es coaccionado para votar algo diferente a lo deseado, él o ella puede visitar los colegios electorales y votar allí. Dicho voto desplaza al anterior.

Vulnerabilidad ante fraude organizado. Nuestro sistema es capaz de proveer alguna resistencia. Si dos votos se emiten utilizando el mismo número de tarjeta de votante, el voto original es anulado, y por tanto el voto de la persona que ha intentado irrumpir en el sistema no será tenido en cuenta.

Problemas del recuento electrónico. Los problemas en las elecciones escocesas de 2007 ocurrieron porque los votos se contaron manualmente y luego fueron escaneados en un sistema para el recuento electrónico. Esto estaba destinado a ser un problema desde el principio porque la gente se confundió y registró sus votos incorrectamente. Además, la variedad en la caligrafía hizo que el software fuera incapaz de reconocer números.

Handivote, en su estado actual, es apto para plebiscitos estándar. La próxima sección describe la propuesta de extensión para que Handivote sea compatible con votos en cuestiones de índole multidimensional.

Resultados numéricos

En un plebiscito estándar la gente vota "sí" o "no" y la opción que obtenga un mayor número de votos resulta ganadora. Hemos demostrado como este esquema podría ser sustituido, de una manera segura, por un procedimiento que involucre el envío de mensajes de textos a un único número. Otra manera de ver este proceso sería como el cómputo de un número racional al que posteriormente se le aplica cierto umbral. Supongamos que tenemos que $sí = +1$ y $no = -1$, por lo que el valor total de V se calcula como:



$$V = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n} \quad (1)$$

Donde n es el número de votos emitidos y v_i es el valor de cada voto individual. El número V está en el rango $-1..1$ y declaramos el resultado como un "sí" si $V > 0$.

De manera general, esta misma idea puede extenderse a cualquier plebiscito para obtener un resultado numérico de una votación. Supongamos que hay 3 números de teléfono a los que se puede enviar un mensaje de texto para votar sobre el gasto en bibliotecas:

- xxx xxx0 significa una reducción del 5%,
- xxx xxx1 significa dejarlo sin cambios, y
- xxx xxx2 significa un incremento del 5%

Está claro que, aplicando el método en la Ecuación 1, podemos obtener un valor de V que sería el porcentaje del cambio en el gasto en bibliotecas. El resultado es la media de lo que los votantes quieren. En nuestro caso, V estará delimitado por -5% y 5% , pero en la práctica los votantes podrían modificar estos límites también y, a costa de un ligero aumento de complejidad, se podría proveer una gama más amplia de números de teléfono sin cambiar el procedimiento básico.

Resultados multidimensionales

Supongamos ahora que hay tres aspectos sobre los que decidir: impuesto municipal, gasto en escuelas y gasto en bibliotecas. Una simple extensión sería configurar los siguientes números de teléfono para la votación:

<i>Phone number</i>	<i>Topic</i>	<i>Change</i>
xxx xx00	Council tax	down 5%
xxx xx01	Council tax	leave as is
xxx xx02	Council tax	up 5%
xxx xx10	Libraries	down 5%
xxx xx11	Libraries	leave as is
xxx xx12	Libraries	up 5%
xxx xx20	Schools	down 5%
xxx xx21	Schools	leave as is
xxx xx22	Schools	up 5%

La gente podría enviar un mensaje de texto para expresar sus decisiones personales. El resultado de aplicar el procedimiento en Ecuación 1 en este caso sería obtener un vector de resultados V cuyos elementos serían un valor numérico para un tema particular: V_0 para el impuesto municipal, V_1 para las bibliotecas, etc.

No debería ser necesario que los votantes expresaran su opinión en todos los posibles temas en consideración. Debería ser posible que votaran únicamente sobre los temas que más le preocupan o los que les afectan. Siempre y cuando suficientes personas voten para cada tema individual, se obtendrá una estimación razonablemente precisa de la opinión pública sobre cualquier tema gracias a la ley de

los grandes números. Surowiechi (2005) demuestra que la opinión agregada de muchas personas inexpertas suele ser superior a la de unos pocos expertos.

Dependencias funcionales

Si consideramos el ejemplo dado en la Sección 4, no hay garantías de que los cambios propuestos en impuestos y gastos sean compatibles. Es probable que la gente vote en favor de incrementos en los gastos, pero no vote un incremento en los impuestos suficiente para compensarlo. ¿Cómo manejar este caso?

Consideremos primero un caso simple en el que únicamente se vota sobre dos temas: escuelas e impuestos. Supongamos que el resultado de la votación sea [4,2], indicando un incremento del 4% del gasto en escuelas y únicamente un incremento del 2% en los impuestos para cubrirlo (asumamos por el momento que las escuelas son el único tipo de gasto). La Figura 1 muestra el voto medio en la posición [4,2], así como una línea diagonal representando las combinaciones factibles de gastos e impuestos. La mejor opción, dadas las restricciones, está etiquetada como 'compromise' (por compromiso en inglés). Este es el punto del conjunto factible más cercano al voto elegido: el gasto a decrecido levemente y los impuestos están por encima de lo elegido por el pueblo en ausencia de relaciones funcionales. En nuestro ejemplo práctico, esto será en el punto [3,3] que corresponde a un incremento del 3% en los impuestos y un gasto similar en los gastos. Si bien esto puede parecer un compromiso promedio obvio, puede obtenerse a través de los siguientes pasos geométricos:

1. Obtener el vector unidad en la dirección del conjunto factible. En nuestro caso, como el conjunto factible es una línea de 45 grados, el vector unitario será $[\frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{\sqrt{2}}]$.
2. Proyectar el punto elegido por los votantes sobre este vector unitario, obteniendo así la distancia a lo largo del vector unitario en la que una línea perpendicular a partir de él pasa por el punto votado. Esta proyección puede ser realizada mediante una operación del producto interno $[\frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{\sqrt{2}}] \cdot [4,2]$, la cual resulta en $\frac{4}{\sqrt{2}} + \frac{2}{\sqrt{2}} = \frac{6}{\sqrt{2}}$.
3. Convertir desde una distancia a lo largo del vector a una posición en el espacio de coordenadas original multiplicando el vector unitario de 45 grados por la distancia $[\frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{\sqrt{2}}] \times \frac{6}{\sqrt{2}} = [3,3]$.

Hemos ilustrado esta operación mediante un sistema de dos dimensiones, pero para el caso general con n dimensiones donde hay l impuestos y m partidas de gastos, y $n=m+l$, habrá una restricción lineal en la forma

$$\sum_{i=1}^m V_i a_i = \sum_{j=1}^l V_j b_j \quad (2)$$

donde a_i representa la participación del gasto total en la partida i y b_j es la partida total del ingreso obtenida por el impuesto j . Esta restricción define una subvariedad $(n-1)$ -dimensional F que constituye el set factible. Dados los resultados de la votación, el mejor compromiso será el punto de intersección entre F y la línea paralela a F que pasa por V .

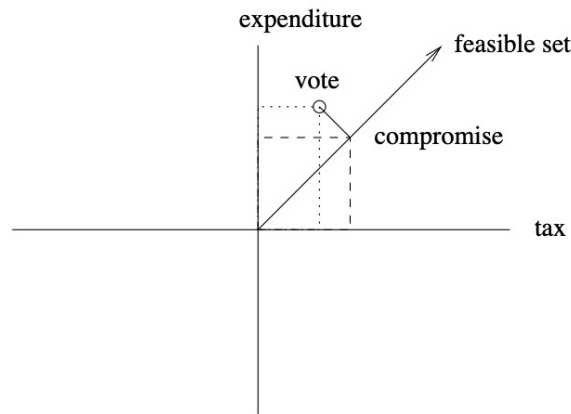


Figura 1 – Elección entre dos opciones limitadas funcionalmente

Podemos extender el método en dos dimensiones para encontrar el punto más cercano para el caso general de restricciones presupuestarias de la siguiente manera. Dada una ecuación para el plano en la forma $a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n = 0$ (hemos combinado las a_i 's y b_i 's en Ecuación 2). Definimos el vector normal

$$N = [a_1, a_2, \dots, a_n] \quad (3)$$

y sea V el punto de votación. Deseamos encontrar el punto de compromiso C sobre el conjunto factible más cercano al punto de votación.

Sea n la versión normalizada de N , i.e., el vector de longitud unitaria que va en la misma dirección que N . El punto en el plano más cercano al punto V está en la línea que pasa por V y que es perpendicular al plano. Como la línea es perpendicular al plano, el vector normal del plano da el vector director de la recta. La ecuación de la recta debe ser, por tanto:

$$L(k) = V + kn$$

para un parámetro real k . Encontramos k mediante un producto escalar con el vector unitario normal: $k = V \cdot n$. Después sustrae kn de V para obtener el punto en el plano.

$$C = V - kn$$

C es el mejor compromiso con el resultado de la votación, dadas las restricciones presupuestarias.

Cabe señalar que nuestro procedimiento de optimización usa implícitamente una métrica euclídea, como resultado de la utilización del producto interno. Podría cuestionarse si una métrica euclídea es apropiada en el contexto económico Cockshott (2009). Es posible que alguna métrica del tipo L1 o Mikowski sea estrictamente más apropiada. Sin embargo, esta es una cuestión matemática bastante abstrusa y es poco probable que dé resultados radicalmente diferentes de la métrica euclídea, más familiar. Hay que tener en cuenta que, de llevarse a cabo experimentos con este tipo de votaciones, será necesario explicar a los políticos y votantes cómo funciona el mecanismo de compromiso. Esto puede hacerse de una manera relativamente sencilla con el tipo de ejemplo en Figura 1 que usa geometría plana simple del tipo que las personas sin educación matemática pueden comprender. Intentar explicar métricas Monkowski a políticos probablemente debería ser evitado.

Aspectos sociales

Uno de los requisitos más básicos de cualquier sistema de votación es que debería ser comprensible para todos los sectores de la población. Mientras que la votación en papel es comprensible, las propuestas de voto electrónico tienen dificultades para cumplir con este requisito. El aspecto de la votación multidimensional que será fundamental para su éxito es su comprensibilidad y aceptabilidad por parte del público en general. Ningún político suscribirá ningún sistema de votación que le pueda costar votos.

Las elecciones escocesas de 2007 son un excelente ejemplo de un sistema demasiado complejo. A los votantes se les entregó dos hojas de papel: en una de ellas se les pedía colocar una cruz al lado de un candidato únicamente. En la otra tenían que calificar a varios candidatos. El resultado fue un fiasco en el que 140.000 votos fueron descartados.

Algunos investigadores mencionan el aspecto de la aceptación en sus publicaciones. Costa et al. (2005) argumentan que la aceptabilidad se basará en la usabilidad y confianza del pueblo en un sistema. Xenakis & Macintosh (2005) argumentan que la aceptación será un resultado de mejoras en la seguridad. Otros investigadores están más preocupados con la aceptabilidad del sistema por parte del organismo público que del votante individual (Bouras et al. (2003)).

Schaupp & Carter (2005) realizaron un estudio para determinar qué factores influenciaron la aceptabilidad de los sistemas de votación electrónica. Los factores que identificaron incluyen el aspecto de la confianza, como lo argumentó Costa et al., pero también subrayan la influencia de la utilidad y compatibilidad percibida. La primera se refiere a la medida en que el votante cree que el uso del sistema de voto electrónico le permitirá participar más eficientemente en el proceso de votación. La compatibilidad se refiere a previas experiencia de una persona. Por ejemplo, si el sistema en cuestión fuese un sistema de votación online, el uso previo de webs para comercio electrónico u otras tareas predispondría a la persona a usar el mismo mecanismo para votar. El modelo de Schaupp y Carter no menciona la facilidad de uso como uno de los factores influyentes, pero admiten que su muestra se componía de usuarios relativamente expertos en computadores y que por lo tanto la probabilidad de que dicho factor fuera relevante para esa población era baja. Carter y Belanger (2005) identificaron la facilidad de uso como un factor influyente, confirmando a la misma vez el rol de la fiabilidad y compatibilidad. Storer et al. (2006) encontraron que conveniencia, movilidad y verificación eran importantes para los votantes. Podría decirse que los dos primeros podrían clasificarse como relacionados con la utilidad y el último está directamente relacionado con la confianza.

Por lo tanto, estos son los aspectos en los que debemos enfocarnos para maximizar la aceptabilidad de las votaciones multidimensionales:

- **Confianza.** Tiene dos aspectos: la confianza en el gobierno y en el sistema de votación. El primero no es una función del sistema de votación y por lo tanto debemos asegurarnos de que el sistema de votación sí genere suficiente confianza. Sin embargo, si a los votantes les preocupa que la forma en que votaron pueda ser posteriormente usada en su contra, el sistema Handivote se vuelve particularmente atractivo porque no hay un vínculo entre votante y voto. Handivote ha sido diseñado con características específicas para proporcionar retroalimentación durante todo el proceso precisamente para mostrar a los votantes que puedan estar preocupados cuáles son los procesos subyacentes y cómo se han almacenado y contado sus votos.
- **Facilidad de uso.** Tenemos que garantizar que la emisión de voto es tan simple como sea posible. Los requisitos para la interacción con el sistema tendrán que estar muy claros. Sin



embargo, la votación multidimensional es claramente diferente de la forma en la que muchos votantes habrán votado en el pasado y no hay un historial que pueda ser consultado para guiar nuestros esfuerzos. Por lo tanto, tendremos que llevar a cabo varios estudios piloto para descubrir posibles problemas y trabajar para abordarlos con el fin de hacer el proceso tan utilizable como sea posible.

- **Utilidad.** Facilitar el voto a través del teléfono móvil garantiza que los votantes no están obligados por restricciones geográficas o de tiempo, por lo que la utilidad del sistema debería ser obvia para los votantes.
- **Compatibilidad.** En el Reino Unido la saturación de teléfonos móviles está por encima del 100% (Deans (2008)), por lo que no debería haber ninguna resistencia para usarlo en base a la familiaridad de la población con este tipo de dispositivos.

Debería tenerse en cuenta que el electorado no necesita entender cómo funciona el algoritmo de promediado subyacente para participar. Por supuesto, estos algoritmos serán publicados para que aquellos que tengan las habilidades matemáticas suficientes y estén interesados en validarlos. El programa que realiza los cálculos debería ser publicado como código abierto a través de reconocidas páginas web de difusión. El votante individual solo necesita estar preocupado en expresar una preferencia individual, ni más ni menos.

Se puede esperar que cada votante administre el presupuesto familiar, decidiendo cómo gastar el dinero cada mes. La manera ideal de presentar esto a los votantes es basarse en la metáfora del presupuesto y no poner el foco en las complicadas matemáticas subyacentes. Por ejemplo: un municipio quiere que el electorado participe en la decisión de si debiese gastarse más o menos dinero en escuelas y bibliotecas. Además, también deberían decidir si el impuesto municipal debería incrementarse para apoyar las iniciativas. De esta manera, la realidad de los requisitos de los presupuestos municipales se hace patente para cada votante individual, lo cual es, posiblemente, el mayor beneficio de este esquema.

El resultado de la votación sería presentado como: el electorado eligió incrementar la tasa municipal un 2% para aumentar la financiación en escuelas un 3% y en bibliotecas un 1%. Todo lo que está involucrado en este proceso son los conceptos de promedio y decisiones mayoritarias, un paradigma tradicional. La otra noción es la de priorización, la cual ya existe en los sistemas tradicionales de votación por lista de partidos.

Aspectos de seguridad

Esta propuesta plantea el problema de si a una persona se le debería permitir votar por más de un tema.

Una alternativa podría ser que los votantes individuales deberían ser capaces de emitir tantos votos como temas se estén decidiendo, 3 en nuestro ejemplo. Otra alternativa sería que cada votante debería tener únicamente un voto el cual emiten en el tema que más les preocupa.

Cualquiera que sea la alternativa elegida, el software de votación tendrá que contar cuántos votos ha emitido cada votante. Es obvio que a ningún votante se le debe permitir registrar múltiples votos para el mismo tema. Un padre no debe ser capaz de votar 3 veces por subir el gasto en escuelas un 5%. Se podría invalidar cualquier voto posterior emitido por el votante yyyyy para el tema x o tomar el último voto emitido como válido, pero esto podría plantear problemas interesantes

relacionados con el robo de números de tarjeta. Ya hemos argumentado anteriormente que, en un plebiscito ordinario, la mejor opción es invalidar cualquier voto que forma parte de un conjunto de emisiones inconsistentes de voto usando el mismo número de registro. Esto permite que un votante corrija parcialmente un error al votar la primera vez y a la misma vez disuade el robo de número de tarjetas. Cualquier intento de usar un número de tarjeta robado que colisiona con la decisión original del votante será invalidado, limitando por lo tanto el beneficio que se podría obtener intentando emitir votos duplicados. Creemos que el mismo argumento aplica a los plebiscitos multidimensionales.

Datos de impuestos o gastos incorrectos

La propuesta de una votación en asuntos presupuestarios para después pasar a una posición de compromiso compatible con un presupuesto equilibrado está abierta una forma de manipulación sutil. Si asumimos que es improbable que el voto popular esté exactamente en el hiperplano factible, y que por lo tanto deberá ser empujada hacia el hiperplano, entonces el Ministro de Hacienda podría en principio manipular el resultado de la votación al declarar erróneamente los ingresos públicos recaudados por varios impuestos.

Supongamos que la población puede votar por dos impuestos: IVA e impuesto sobre la renta. Supongamos que, de hecho, el IVA supone el 25% de los ingresos del gobierno y el impuesto sobre la renta el 75%. Si el electorado vota por un incremento del 4% del gasto y una subida del 1% en el IVA y un 3% en el impuesto sobre la renta, entonces la posición de compromiso dada en Ecuación 5 debería ser:

IVA	Impuesto sobre la renta	Gastos
1.23%	3.69%	3.08%

Pero supongamos que el ministro declara deshonestamente que el IVA supone el 50% de los ingresos y los votantes toman la misma decisión, entonces el resultado de la solución de compromiso sería:

IVA	Impuesto sobre la renta	Gastos
1.67%	3.67%	2.67%

En otras palabras, el incremento en gasto será menor porque el ministro ha exagerado la parte de los ingresos recaudados por un impuesto impopular. La manipulación de los datos de recaudación de impuestos permitiría al gobierno adaptar el resultado de una votación. Efectivamente, lo que estarían haciendo es ajustar la pendiente del hiperplano que representa el presupuesto equilibrado. Este tipo de manipulación entra dentro de la cuestión general de la fiabilidad y honestidad de las estadísticas oficiales y si están sujetas a manipulación política.

No linealidades

Nuestro modelo asume implícitamente una respuesta lineal de los ingresos fiscales a los cambios porcentuales. Esta asunción es probablemente falsa para economías reales Gruber & Saez (2002); Giavazzi et al. (2002). Sin embargo, una función no lineal normalmente puede ser aproximada razonablemente bien mediante segmentos localmente lineales. Si los cambios marginales en los impuestos resultantes de la votación son relativamente pequeños, es probable que la aproximación



localmente linear sea suficientemente buena. También debe tenerse en cuenta que el proceso existente por el cual el tesoro calcula los niveles de impuestos y gastos se basará en aproximaciones similares.

Conclusión

Este artículo ha descrito la extensión del sistema Handivote para facilitar un nuevo tipo de toma de decisiones sociales, las cuales involucran cuestiones multidimensionales. Hemos propuesto mecanismos y algoritmos detallados para su implementación. Potencialmente, esto permitiría la extensión de la participación democrática por medios de las últimas tecnologías informáticas.

Referencias

- C. Bouras, et al. (2003). 'An electronic voting service to support decision-making in local government'. *Telematics and Informatics* **20**(3):255–274.
- L. Carter & F. Belanger (2005). 'The utilization of e-government services: citizen trust, innovation and acceptance factors'. *Information Systems Journal* **15**:5– 25.
- P. Cockshott (2009). 'Hilbert Space Models Commodity Exchanges'. In *Proceedings of the 3rd International Symposium on Quantum Interaction*, pp. 299–307. Springer.
- R. A. Costa, et al. (2005). 'Electronic Voting: An All- Purpose Platform'. *Lecture Notes in Computer Science* **3591**:309–326.
- D. H. Deans (2008). 'EU Mobile Phone Market Sat- uration'. <http://dhdeans.blogspot.com/2008/eu-mobile-phone-market-saturation.html>.
- J. Dye & J. Sosimi (eds.) (2009). *United Kingdom National Accounts*. Office for National Statistics. Table 1.6.0 (p43).
- F. Giavazzi, et al. (2000). 'Searching for non-linear effects of fiscal policy: evidence from industrial and developing countries'. *European Economic Review* **44**(7):1259–1289.
- J. Gruber & E. Saez (2002). 'The elasticity of taxable income: evidence and implications'. *Journal of Public Economics* **84**(1):1–32.
- T. W. Lauer (2005). 'The Risk of e-Voting'. *Electronic Journal of e-Government* **3**(2):177–186.
- K. Renaud & P. Cockshott (2007). 'Electronic Plebiscites'. In *METTEG 2007 1st International Conference on Methodologies, Technologies and Tools enabling e-Government*, Camerino (Italy).
- K. V. Renaud & W. P. Cockshott (2009a). 'Handivote: Checks, Balances and Threat Analysis'. *Submitted for Review To Appear*.
- K. V. Renaud & W. P. Cockshott (2009b). 'Handivote: Simple, Anonymous and Auditable Electronic Voting'. *Journal of Technology and Politics* **6**(1):60–80.
- L. C. Schaupp & L. Carter (2005). 'E-voting: from apathy to adoption'. *The Journal of Enterprise Information Management* **18**(5):586–601.
- T. Storer, et al. (2006). 'An exploratory study of voter attitudes towards a pollsterless remote voting system'. In D. Chaum, R. Rivest, & P. Ryan (eds.), *laVoSS Workshop on Trustworthy Elections (WOTE 06) Pre- Proceedings*, pp. 77–86, Robinson College, University of Cambridge, England.



J. Surowiechi (2005). *The Wisdom of Crowds: Why the Many are Smarter than the few*. Abacus.

WebDezign (2009). 'UK Ecommerce Market Size'. Web Document. <http://www.webdezign.co.uk/articles/0/uk-ecommerce-market-size-18.html>.

S. Wilks-Heeg (2008). 'Purity of Elections in the UK. Report Commissioned by the Joseph Rowntree Reform Trust'.

A. Xenakis & A. Macintosh (2005). 'Procedural Security and Acceptance in E-Voting'. In *Proceedings of the 38th Hawaii International Conference on System Sciences*, vol. 5, p. 118a, Hawaii.