`Topaz` permet calcular els grups d'homologia i cohomologia d'aquests i, més en general, de qualsevol complex.

Els complexos es representen de forma abstracta on cada símplex és un conjunt de vèrtexs numerats. Per exemple, un cilindre o una cinta de Möbius es donen com

```
$ci = new SimplicialComplex(INPUT_FACES=>
[[1,2,3],[1,3,4],[3,4,5],[4,5,6],[5,6,2],[6,2,1]]);
$mo = new SimplicialComplex(INPUT_FACES=>
[[1,2,3],[1,3,4],[3,4,5],[4,5,6],[5,6,1],[6,1,2]]);
```

Podem veure que homològicament són equivalents, però difereixen del cub o l'ampolla de Klein:

```
print $ci->HOMOLOGY;
print $mo->HOMOLOGY;
print $tcb->HOMOLOGY;
print klein_bottle()->HOMOLOGY;
```

Les opcions de visualització depenen de la dimensió, com en el cas dels polítops.

```
$cb->VISUAL;
$mo->VISUAL;
$tcb->VISUAL_FACE_LATTICE;
```

*

Precaucions En instal·lar el programa, cal estar alerta, ja que no és tan robust com, per exemple, el `GeoGebra`. El segon autor ha tingut nombrosos problemes per fer la instal·lació automàtica en un portàtil Mac, problemes que s'han resolt en seguir les instruccions per fer la compilació pas a pas que es poden trobar al lloc web del programa, on, per cert, el lector pot trobar uns tutorials molt pràctics per aprendre a fer funcionar aquest programari.

Referències

[1] Michael Joswig and Thorsten Theobald, "Polyhedral and Algebraic Methods in Computational Geometry". Springer, 2013.

Matemàtiques i empresa

Quin és l'efecte d'una nova pàgina web sobre els nostres usuaris?

Maria Esteller (Estudiant de doctorat UPC-Seat), Aleix Ruiz de Villa (consultor Data Science), Diego Villuendas (CRM & Global Head of Data, Analytics, Seat)

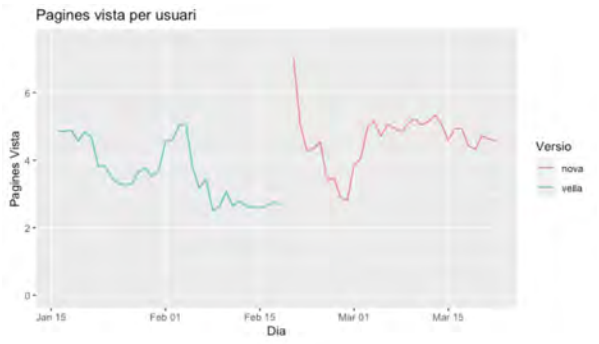
En aquest número de la revista *SCM/Notícies* parlarem d'una petita col·laboració entre la Societat Catalana de Matemàtiques i la Seat. Es tracta de mostrar un tipus de problemes que poden sortir sovint en el món empresarial.

Bona part de la nova onada d'anàlisi de dades es deu al fet que en el món digital hi ha un gran volum i varietat de dades que permeten a les empreses prendre decisions de manera més informada. Això va donar peu a un optimisme inicial que va fer que les empreses s'animessin a treure estadístiques de molts tipus i d'una manera continuada. Semblava que calcular mitjanes i valors agregats no havia de ser tan difícil, no? Per sort per als matemàtics i estadístics, això no és tan senzill. La realitat és que les dades no parlen per si mateixes, i que moltes vegades plantegen tot un seguit de trampes (a través de biaixos, dades que falten i efectes de la incertesa) que fàcilment fan confondre els modelitzadors.

Parlarem d'un problema tan senzill com si una empresa desenvolupa una nova pàgina web, com es pot saber si la nova pàgina funciona millor o pitjor que l'antiga. En aquest cas, la Seat té una pàgina global, `seat.com`, i pàgines diferents per a cada país. El març del 2019 va desenvolupar una nova versió per a la pàgina francesa, `Seat.fr`, i la va fer pública. Posteriorment Seat va mesurar indicadors com el nombre de visites, el nombre d'usuaris únics, quant temps passaven a cada pàgina, etc.

Prenguem un indicador de referència: el nombre de visites de cada usuari, per exemple. Podem calcular la diferència de visites abans i després del canvi. Malauradament, les èpoques de l'any són diferents. Potser la gent té més tendència a comprar menys cotxes al gener i febrer, per tenir el Nadal a prop, que al març o l'abril. O a

la inversa, al gener i febrer, per l'hivern, és més necessari el cotxe. Si el mes afecta el nombre de cotxes que es compren, és d'esperar que part de les visites siguin atribuïbles a l'època de l'any i no pas a la nova versió. Però la cosa no s'acaba aquí, ja que hi ha molts altres factors que poden afectar. Per exemple, si la competència ha llançat un nou model, hi ha algun tipus de crisi econòmica, el govern dona o retira algun tipus d'ajut econòmic... És a dir, la situació d'abans i després no és comparable, perquè les condicions són potencialment diferents.



Mons paral·lels

Estem interessats a mesurar l'efecte causal de la nova pàgina web en el nombre de pàgines per usuari. Idealment, voldríem dos mons exactament iguals amb una única diferència: un tindria la pàgina nova i l'altre, la vella. Evidentment això no és possible. Tot i així, sí que es pot aconseguir aquest efecte amb l'aleatorització: mantenim les dues versions de la pàgina alhora i a cada usuari n'hi assignem una de les dues a l'atzar. D'aquesta manera, les dues pàgines viuen sota les mateixes condicions, i l'atzar ens assegura que no afavorim algun tipus d'usuari més en una pàgina que una altra. En el món digital, aquest procediment s'anomena *test AB*. Podríem dir que cada vegada que diem *test AB* un estadístic mor en algun lloc del món: en el món de l'estadística, a aquest procediment, clau per avaluar l'efectivitat de medicaments, per exemple, se l'anomena randomized controlled trial, i el primer conegut data del 1747. Així doncs, els tests AB són una mica la redescoberta de la sopa d'all.

I quan no podem fer tests AB?

En aquest cas diem que treballem amb dades *observacionals* (a diferència de dades experimentals amb els tests AB). En molts casos no estem en disposició d'efectuar tests AB, a vegades perquè és massa car, a vegades perquè no és possible i a vegades perquè no és ètic. En aquest cas, no tenim cap garantia que els efectes que estiguem observant siguin a causa de la pàgina web o a una variable molt rellevant de la qual no teníem coneixement i que és en realitat la causa de l'increment o decrement del nombre de visites. Per això és recomanable que sempre que es pugui es facin tests AB. Malauradament, en el nostre cas, això no va ser així. Per tant, ens trobem que les dades ja han estat preses i no podem tornar al passat per canviar-les. Veurem algunes de les eines i raonaments que es fan servir en aquests casos; tot i no poder garantir que estem mesurant l'efecte causal, podem tenir indicacions de per on van els trets.

El què i el com

Volem saber si la nova pàgina web ha incrementat l'interès dels usuaris. Per això ens fixarem en el nombre de pàgines per usuari. Podem donar una versió simplificada de la dinàmica d'aquest procés amb el graf següent.

Ens aproximarem a aquest problema des de dues perspectives diferents. La primera serà la perspectiva que es basa a explotar una característica pròpia de Seat: tenim informació de moltes pàgines semblants a altres països que no han estat afectades pel nou canvi i que ens poden ajudar a estimar què hauria passat si no haguéssim fet el canvi. La segona serà intentar que, malgrat que cada versió visqui en una situació contextual diferent, totes dues es puguin comparar a través d'incorporar la màxima quantitat d'informació rellevant possible i ajustar el període en el qual comparem cada una.

Les dades

Per tal d'afinar el tir tant com sigui possible, utilitzem dades de diferents fonts. Les dades utilitzades estan classificades en quatre grups principals. En primer lloc, disposem de les dades recollides directament de les pàgines web de Seat, tant de la pàgina web francesa (Seat.fr) com de les pàgines web dels mercats europeus de Seat més similars al francès (Alemanya, Espanya, Itàlia i el Regne Unit), així com la pàgina global de la marca (Seat.com). En segon

lloc, també disposem de les dades diàries de les campanyes de màrqueting digital a França. D'altra banda, en formar part del mateix grup d'automoció, també s'han pogut obtenir les dades tant de la pàgina web francesa com de la pàgina web global de dues altres marques de cotxes (CUPRA i Skoda). Finalment, per completar la base de dades, incloem l'índex de volum de vendes mensual que proporciona l'Insee (Institut Nacional d'Estadística i d'Estudis Econòmics).

Totes aquestes dades (excepte l'índex de volum de vendes) són diàries i comprenen informació des del 15 de gener fins al 23 de març del 2019 (la nova pàgina web es va llançar el dia 20 de febrer del 2019).

Inferència contrafactual

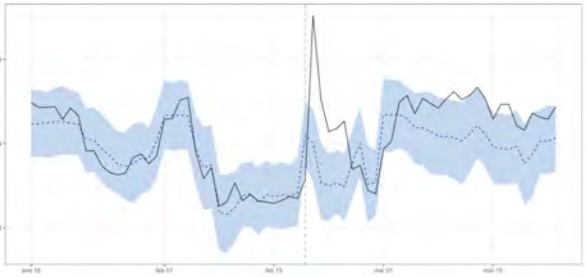
El primer raonament que farem servir és utilitzar un conjunt de dades de control per intentar predir com s'haurien comportat els usuaris de la web de França si el canvi de la pàgina no s'hagués produït. D'aquesta manera, podrem considerar que la diferència entre el comportament que veiem i el comportament predit és fruit de la intervenció (canvi de web). Tot plegat, pretenem estimar l'efecte de la intervenció no únicament en l'instant posterior al canvi de web, sinó també amb una visió dels dies o setmanes següents.

Per tal d'utilitzar aquest raonament, serà imprescindible tenir dades de diferents fonts que estiguin molt correlacionades amb les que estem estudiant. A més a més, és molt important que no hagin estat afectades de cap manera per la intervenció, ja que si no estaríem fent servir dades afectades pel canvi de la web per intentar predir què hauria passat si no haguéssim fet el canvi de web. En aquest cas, Seat disposa, entre d'altres, de les dades de les seves webs d'altres països que no estan afectats pel canvi de web a França, així com dades d'altres marques d'automoció que tampoc s'haurien d'haver vist afectades per la intervenció.

Amb tot això, per tal de predir la tendència del nombre mitjà de pàgines vistes per usuari de la web francesa (grup de tractament), les dades utilitzades com a grup de control són:

- Nombre mitjà de pàgines vistes per usuari de les webs dels diferents mercats europeus de la marca Seat (Alemanya, Espanya, el Regne Unit i Itàlia).
- Impressions per campanya.
- Clics per campanya.
- Nombre mitjà de pàgines vistes per usuari de la web de CUPRA (web global i web de França).
- Nombre mitjà de pàgines vistes per usuari de la web de CUPRA (web global i web de França).
- Índex de volum de vendes de França.

Utilitzant el paquet de R que proporciona Google (CausalImpact), tant per fer la predicció com per calcular l'impacte causal, s'obté l'efecte absolut. Aquest valor és la diferència entre la dada real del nombre mitjà de pàgines vistes per usuari de la web francesa i el valor contrafactual obtingut mitjançant les dades del grup de tractament. Els resultats mostren un efecte absolut de 0,7 pàgines vistes més per usuari únic, és a dir, un increment del 18% respecte al nombre de pàgines vistes per usuari únic estimades sense el canvi de pàgina web. En el gràfic següent es poden veure la predicció (en blau) i el nombre real (en negre) de pàgines vistes ver usuari únic per a la web de Seat a França.



Com es pot veure en el gràfic, l'efecte que s'observa és principalment durant els primers dies des del llançament de la nova web. Això pot ser degut al que es coneix com a *efecte novetat*, i no mostraria tant l'efecte de la nova web sobre el comportament dels usuaris sinó l'efecte de canviar d'una web a una altra.

Inferència amb grafs

Ja hem vist que la situació abans i després del canvi de la web no és comparable. Tot i això, no seria forassenyat assumir que el context just abans del canvi i després del canvi sigui

el mateix, llevat que hi hagi hagut cap efecte extern simultani que pugui afectar les visites de la pàgina web. Fer servir dades molt properes al moment, garanteix contextos similars, però té un preu, la reducció de la mida de la mostra, i per tant més incertesa dels resultats. Aquest principi es fa servir força en econometria en tècniques com el *regression discontinuity design* o el *differences in differences*. Nosaltres hem considerat adequat agafar un mes abans i després del canvi de la web.

L'altre punt important és quina informació (variables) s'ha d'incloure en el model i quina no, de manera que les dues versions tinguin una situació el màxim de comparable possible. És possible que en realitat les visites siguin degudes a campanyes de màrqueting. Nosaltres volem que el model que fem servir tingui en compte la despesa en campanyes per descomptar el seu efecte sobre el nombre de visites. Pel mateix motiu volem incloure informació sobre la situació socioeconòmica i per això treballem amb l'índex de vendes mensuals. Ara bé, no podem incloure totes les variables que tinguem disponibles. Per exemple, no hauríem d'incloure el temps per a cada visita, ja que es pot veure afectat pel nombre de pàgines visitades per usuari: com més visites es facin, tant pot passar que el temps per visita augmenti com que disminueixi. L'argument és una mica més elaborat i intuïtivament és el següent: de la mateixa manera que el pes explicatiu del canvi de web es reparteix amb el màrqueting i la situació socioeconòmica en incloure'ls, també es repartiria amb el temps per pàgina, introduint-hi biaixos. Però aquest últim no és un factor causal. El problema de quines variables seleccionar en funció del graf que modelitza el nostre sistema ha estat formalitzat per la inferència causal i se'n pot trobar bastanta bibliografia.

Finalment hem fet servir regressió lineal per avaluar si l'efecte del canvi de web es pot veure tant en la mitjana de pàgines vistes com en un canvi de tendència (observem que inicialment les visites queien i amb la nova web la tendència canvia). Els resultats són positius i sí que es veu un potencial efecte pel canvi de la web. Veiem un increment d'1,2 pàgines vistes per usuari únic. Malauradament, no sembla que l'efecte sigui sostingut al llarg del temps: si traiem el pic de visites produïdes just després del desplegament, els resultats deixen de ser significatius. És a dir, no sembla que la nova web hagi comportat cap canvi, més enllà de l'efecte novetat.

Matemàtiques i música

Les matemàtiques de la música, conferència de Pilar Bayer

Maria Bras
Professora URV

"Musica est exercitium arithmeticae occultum nescientis se numerare animi". Amb aquesta frase de Leibniz en una carta adreçada a Goldbach el 1712 va començar la conferència "Les matemàtiques de la música", a càrrec de Pilar Bayer, doctora en matemàtiques i música i professora emèrita de la Universitat de Barcelona.

El Barcelona Knowledge Hub de l'Academia Europaea (AE-BKH), en col·laboració amb la Càtedra UNESCO Dones, Desenvolupament i Cultures, va ser-ne l'entitat organitzadora. Des de la seva creació, el 2013, l'AE-BKH organitza les AE-BKH Women's Week, en commemoració del Dia Internacional de la Dona, durant la primera quinzena de març. En línia amb celebracions similars arreu del món, aquestes activitats han servit, per una banda, per reconèixer les aportacions fetes per dones en diferents camps del coneixement humà i, per l'altra, per reclamar els drets de les dones i lluitar per la igualtat de gènere.

L'acte va ser presidit per Mònica Rius-Piniés, directora de la Càtedra UNESCO Dones, Desenvolupament i Cultures; per Dolors Herbera, presidenta de la Societat Catalana de