

STUDI DAN IMPLEMENTASI *DISAIN PASAR INFORMASI KOMBINATORIAL*

Ibnu Hikam – NIM : 13505038

Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Bandung

Jl. Ganesha 10, Bandung

E-mail : if15038@students.if.itb.ac.id

Abstrak

Pasar Informasi adalah pasar yang terbentuk untuk mengumpulkan informasi, pasar seperti ini biasanya memperkirakan sebuah peluang distribusi dari seluruh nilai dalam *variabel-variabel* tertentu, melalui perkiraan pada nilai tersebut.

Pasar informasi kombinatorial akan mengumpulkan informasi tentang hampir seluruh peluang distribusi dari banyak variabel, dengan melakukan perkiraan pada seluruh kombinasi nilai *variabel*. Dengan ini kita akan membuat pasar menjadi tidak ketat dan memiliki masalah dengan peserta yang irasional yang mengganggu pasar informasi biasa.

Aturan *skoring* nilai akan menghindari masalah-masalah ini, tetapi sebagai gantinya mengalami kerugian dari masalah akumulasi opini di dalam kasus pasar yang ketat ini. Aturan *skoring* nilai pasar akan menghindari masalah-masalah itu semua, dengan menjadi pembuat pasar otomatis dalam pasar yang ketat dan aturan *skoring* sederhana dalam kasus pasar yang tidak ketat.

Logaritma memiliki pengorbanan dan keuntungan yang sesuai.

Setelah mengenal aturan *skoring* pasar, kita coba beberapa disain yang ada, termasuk bagaimana merepresentasikan *variabel* untuk mendukung perkiraan kondisional dan un kondisional., bagaimana menghindari untuk menjadi pompa uang dengan kesalahan dalam kalkulasi peluang, dan bagaimana memastikan *user* dapat menangani perkiraannya, tanpa sedikitpun mencegah mereka untuk menggunakan perkiraan yang sebelumnya sebagai pijakan perkiraan yang akan datang.

KataKunci. *Pembuat pasar, aturan skoring, pengumpulan informasi*

Pendahuluan

Pasar finansial, seperti pasar saham atau barang komoditi masa depan, biasanya akan memberikan resiko yang tinggi kepada pelaku transaksi didalamnya. Ketika dibentuk, pasar-pasar seperti ini menarik minat para spekulator untuk melakukan pembelian dengan harga murah dan penjualan dengan harga tinggi. Maka para spekulator akan menghasilkan keuntungan jika mereka dapat menemukan cara memprediksi harga dimasa depan dari harga sekarang, efek samping dari transaksi mereka adalah kehilangan kesempatan untuk mengambil untung. Sebagai hasilnya, pasar spekulatif akan akurat jika dapat mengumpulkan informasi-informasi dan

menarik kesimpulannya. Sebagai contoh, perkembangan komoditi buah dan sayuran tergantung pada perkiraan cuaca pemerintah.

Kemampuan pasar untuk mengumpulkan informasi seperti ini telah menginspirasi beberapa pasar informasi, yang dibuat bukan untuk hiburan ataupun mengambil resiko tetapi untuk mengumpulkan informasi dalam topik-topik tertentu sesuai minat masing-masing.

Misalnya *play money markets* memprediksi pemenang oscar tahun 2000 lebih baik 4 sampai 5 kali daripada redaksi-redaksi lain yang membuat ramalan yang sejenis (Pennock, Giles, dan Nielsen, 2001).

Komisi anti-perjudian adalah penghalang utama tumbuh dan berkembangnya pasar ini. Pasar spekulatif pada umumnya adalah ilegal, walaupun ada peraturan yang mengecualikannya untuk tujuan-tujuan tertentu. Sebagai contoh, masyarakat diperbolehkan mengasuransikan dirinya dari berbagai resiko seperti kebakaran dan sakit dalam pasar asuransi, pemilik usaha diperbolehkan meminjam modal dengan keuntungan yang tidak menentu dalam pasar modal, taruhan dalam acara olahraga dilakukan dalam pasar taruhan di luar negeri. Untuk contoh-contoh seperti ini mereka dilindungi badan-badan hukum tertentu dalam pengelolaannya. Tetapi sejak tidak adanya badan-badan tersebut yang melindungi, pasar informasi hanya ada pada saat-saat tertentu saja atau insidental.

Entah kapan pasar informasi bisa dilegalkan, karena dalam pelaksanaannya sering menghasilkan korban yaitu pada pasar yang tidak ketat. Untuk bertransaksi aset harus dikordinasikan terlebih dahulu, sehingga ada penomoran yang memungkinkan setiap aset didefinisikan. Pelaku transaksi juga harus mengkordinasikan waktu kapan aset tersebut akan ditransaksikan sehingga dapat dimasukkan kedalam informasi publik yang baru. Biasanya kegiatan ini dilakukan hanya pada aset-aset tertentu yang *substansial*, jadi hanya pada aset-aset tertentu yang terbatas jumlahnya. Kordinasi para pelaku transaksi inilah yang disebut sebagai pasar. Dimana semua transaksi berlangsung, dan pasar kombinasi yang mencari kombinasi transaksi yang cocok. Tetapi hal ini dapat berlangsung dengan memakan waktu yang tidak sebentar, karena memerlukan waktu bagaimana caranya setiap orang mengetahui suatu *event* tertentu. Maka dalam kasus ini, pasar informasi standar yang berdasarkan pada *event* sederhana tidak termasuk dalam pasar ini.

Pasar informasi yang standar mengalami kerugian dari masalah yang ditimbulkan oleh para peserta yang irasional. Misalkan agen rasional mengetahui resiko dari pertaruhan suatu *event* dari sebuah pasar informasi, dia tidak akan ingin bertransaksi dengan pihak lain, walupun agen tersebut memiliki informasi yang penting mengenai *event* tersebut. Agen tersebut hanya peduli kepada apa aset apa yang dapat mereka beli dengan aset yang mereka dapat, namun harap diperhatikan bahwa untuk

mendapatkan aset kita hanya dapat mendapatkannya dari orang lain yang kalah.

Pada pasar sesungguhnya sangat mengejutkan bahwa aktifitas spekulasi sangat tinggi, walaupun barang kali terkadang spekulasinya sangat irasional, atau seperti melakukan judi saja dengan mengandalkan kemahiran mereka untuk menerka-nerka.

Jauh sebelumnya, ada aturan *skoring* pasar yang didisain untuk mendapatkan informasi dengan menggunakan distribusi peluang dari para peserta pasar. Aturan *skoring* tidak mengalami kerugian dari masalah yang ditimbulkan oleh peserta yang irasional maupun masalah yang ditimbulkan oleh pasar yang tidak ketat, mereka tidak ada halangan untuk membujuk orang lain untuk menunjukkan atau mengemukakan informasi. Namun ada hambatan pada masalah pasar yang ketat, yaitu bagaimana menghasilkan suatu pegangan dalam perkiraan ketika setiap orang memberikan perkiraan yang berbeda-beda.

Makalah ini meberikan solusi dengan menggunakan aturan *skoring* pasar, yaitu dengan mengkombinasikan keuntungan dari pasar informasi dan aturan *skoring*. Dimana ketika peserta pasar sedikit, aturan *skoring* pasar menjadi aturan *skoring* sederhana. Namun ketika peserta pasar menjadi banyak maka aturan ini akan secara otomatis membuat pasar yang dapat mendukung transaksi diantara mereka. Jadi pada dasarnya aturan *skoring* pasar ini memberikan solusi bagi masalah-masalah yang ditimbulkan oleh peserta yang irasional maupun masalah yang ditimbulkan oleh pasar yang tidak ketat dengan pasar informasi, sebaik aturan *skoring* menyelesaikan masalah yang ditimbulkan pada pasar yang ketat.

Jika diberikan variabel-variabel yang bervariasi, maka akan didapatkan biaya variabel yang sederhana untuk mendapatkan informasi dari variabel tersebut, juga didapatkan *setting* limit atau batasan secara komputasi, aturan *skoring* pasar ini membuat orang memberikan informasi apa yang diketahuinya dengan bertransaksi kapanpun untuk mengisi variabel tersebut.

Sebagai contoh, misalkan diberikan N biner variabel, maka taransaksi dapat dilakukan

kapanpun tiap *event* kemungkinan yang ke 2^N atau 2^{2^N} . Aturan *skoring* pasar ini sudah memiliki konsensus peluang distribusi ditiap ruangnya, sehingga siapapun dapat merubah dan meng-*update* informasinya setiap waktu.

Tentu saja terdapat batasan komputasi dalam perhitungan aturan ini. Jadi setelah melihat sekilas tentang teknologi pengumpulan informasi, dan aturan *skoring* pasar, makalah ini akan menjelaskan implementasi tentang pengembangan aturan ini.

Teori Kombinatorial

Kombinatorial adalah cabang matematika untuk menghitung jumlah penyusunan objek-objek tanpa harus mengenumerasi semua kemungkinan susunannya.

Kaidah Dasar Menghitung

1. Kaidah perkalian (*rule of product*)

Misalkan,

Percobaan 1: p hasil

Percobaan 2: q hasil

maka,

Percobaan 1 dan percobaan 2: $p \times q$ hasil

2. Kaidah penjumlahan (*rule of sum*)

Misalkan,

Percobaan 1: p hasil

Percobaan 2: q hasil

maka,

Percobaan 1 atau percobaan 2: $p + q$ hasil

Permutasi

Permutasi adalah jumlah urutan berbeda dari pengaturan objek-objek.

Permutasi merupakan bentuk khusus aplikasi kaidah perkalian.

Misalkan jumlah objek adalah n , maka

urutan pertama dipilih dari n objek,

urutan kedua dipilih dari $n - 1$ objek,

urutan ketiga dipilih dari $n - 2$ objek,

...

urutan terakhir dipilih dari 1 objek yang tersisa.

Menurut kaidah perkalian, permutasi dari n objek adalah

$$n(n - 1) (n - 2) \dots (2)(1) = n!$$

Kombinasi

Bentuk khusus dari permutasi adalah kombinasi. Jika pada permutasi urutan kemunculan diperhitungkan, maka pada kombinasi, urutan kemunculan diabaikan

Interpretasi Kombinasi

1. $C(n, r)$ = banyaknya himpunan bagian yang terdiri dari r elemen yang dapat dibentuk dari himpunan dengan n elemen

2. $C(n, r)$ = cara memilih r buah elemen dari n buah elemen yang ada, tetapi urutan elemen di dalam susunan hasil pemilihan tidak penting

Permutasi dan Kombinasi Bentuk Umum

Misalkan: ada n buah bola yang tidak seluruhnya berbeda warna (jadi, ada beberapa bola yang warnanya sama - *indistinguishable*).

n_1 bola diantaranya berwarna 1,

n_2 bola diantaranya berwarna 2,

⋮

n_k bola diantaranya berwarna k ,

dan $n_1 + n_2 + \dots + n_k = n$.

Berapa jumlah cara pengaturan n buah bola ke dalam kotak-kotak tersebut (tiap kotak maks. 1 buah bola)?

Jika n buah bola itu kita anggap berbeda semuanya, maka jumlah cara pengaturan n buah bola ke dalam n buah kotak adalah

$$P(n, n) = n!$$

Dari pengaturan n buah bola itu,

ada $n_1!$ cara memasukkan bola berwarna 1

ada $n_2!$ cara memasukkan bola berwarna 2

⋮

ada $n_k!$ cara memasukkan bola berwarna k

Permutasi n buah bola yang mana n_1 diantaranya berwarna 1, n_2 bola berwarna 2, ..., n_k bola berwarna k adalah:

$$P(n; n_1, n_2, \dots, n_k) = \frac{P(n, n)}{n_1! n_2! \dots n_k!} = \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_k!}$$

Cara lain:

Ada $C(n, n_1)$ cara untuk menempatkan n_1 buah bola yang berwarna 1.

Ada $C(n - n_1, n_2)$ cara untuk menempatkan n_2 buah bola berwarna 2.

Ada $C(n - n_1 - n_2, n_3)$ cara untuk menempatkan n_3 buah bola berwarna 3.

...

Ada $C(n - n_1 - n_2 - \dots - n_{k-1}, n_k)$ cara untuk menempatkan n_k buah bola berwarna k .

Jumlah cara pengaturan seluruh bola kedalam kotak adalah:

$$C(n; n_1, n_2, \dots, n_k) = C(n, n_1) C(n - n_1, n_2) C(n - n_1 - n_2, n_3)$$

$$\dots C(n - n_1 - n_2 - \dots - n_{k-1}, n_k)$$

$$= \frac{n!}{n_1!(n - n_1)!} \frac{(n - n_1)!}{n_2!(n - n_1 - n_2)!} \frac{(n - n_1 - n_2)!}{n_3!(n - n_1 - n_2 - n_3)!}$$

...

$$\frac{(n - n_1 - n_2 - \dots - n_{k-1})!}{n_k!(n - n_1 - n_2 - \dots - n_{k-1} - n_k)!}$$

$$= \frac{n!}{n_1! n_2! n_3! \dots n_k!}$$

Kesimpulan:

$$P(n; n_1, n_2, \dots, n_k) = C(n; n_1, n_2, \dots, n_k) = \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_k!}$$

Kombinasi Dengan Pengulangan

Misalkan terdapat r buah bola yang semua warnanya sama dan n buah kotak.

- (i) Masing-masing kotak hanya boleh diisi paling banyak satu buah bola.

Jumlah cara memasukkan bola: $C(n, r)$.

- (ii) Masing-masing kotak boleh lebih dari satu buah bola (tidak ada pembatasan jumlah bola)

Jumlah cara memasukkan bola:

$$C(n + r - 1, r).$$

$$C(n + r - 1, r) = C(n + r - 1, n - 1).$$

Teknologi Pengumpulan Informasi

Secara umum pada bagian ini akan dijelaskan bagaimana membujuk orang untuk memberikan informasinya yang relevan untuk memperkirakan variabel acak terkini. Variabel-variabel ini dapat berupa kejadian-kejadian natural seperti gempa bumi, cuaca, statistik ekonomi seperti GDP, dan kejadian politik seperti Pemilu, perang maupun revolusi. Misalkan kita menginginkan perkiraan informasi seperti bagaimana perang dapat mempengaruhi penurunan GDP, dan khususnya keputusan-keputusan yang tidak menentu perkiraannya, seperti peluang terjadinya peperangan akibat kita memilih calon presiden tertentu, harga saham dari sebuah perusahaan jika CEO

yang sekarang dipecah dari kursinya, ataupun umur pasien jika ia melakukan *treatment* tertentu. Perkiraan keputusan yang tidak menentu seperti ini memberikan kita saran alternatif dalam menentukan pilihan (Hanson, 1999).

Kita tidak bisa mengasumsikan dibagian mana tiap orang ahli pada bidangnya. Namun suatu hari kita dapat berasumsi bahwa nilai variabel dapat membuktikan kenyataan masa depan. Idealnya kita dapat melakukan distribusi peluang yang konsisten pada tiap ruang kombinasi nilai variabelnya, menyatukan semua yang orang tahu, seperti orang mempelajari sesuatu dengan usaha yang wajar. Dalam prakteknya, kita dapat melakukan kesepakatan pesetujuan.

Aturan Skoring

Sampai saat ini, terdapat dua cara mengumpulkan informasi yaitu dengan aturan *skoring* ataupun dengan pasar informasi seperti yang telah dikemukakan pada bagian sebelumnya. Untuk mendapatkan sebuah distribusi peluang resiko netral seseorang atau

$\mathbf{p} = \{p_i\}_i$ disetiap nilai i (dimana $\sum_i p_i = 1$), maka kita dapat mendapatkan darinya laporan dari $\mathbf{r} = \{r_i\}_i$, dan jika benar maka akan dikembalikan sebagai i dan memberikan nilai c_i sesuai dengan aturan *skoring* yang cocok yaitu $p_i = c_i(\mathbf{r})$ yang menguatkan sebuah hukum

$$\mathbf{p} = \arg \max_{\mathbf{r}} \sum_i p_i s_i(\mathbf{r}) \quad (1)$$

dan sebuah hukum pengambilbagian rasional

$$0 \leq \sum_i p_i s_i(\mathbf{p}) \quad (2)$$

(hasil untuk tidak ambilbagian adalah nol.)

Berdasarkan asumsi yang diberikan pada hukum ini maka orang akan mengusahakan $\mathbf{r} = \mathbf{p}$. Aturan *skoring* juga memberikan agen dorongan untuk mendapatkan informasi yang tidak dimiliki pihak lain (Clemen, 2002). Hal ini mendorong pemberian

informasi kepada yang menyetujui untuk mengembalikan nilai x_i .

In 1950 Brier memperkenalkan aturan *skoring* kuadratis (Brier, 1950), yaitu

$$s_i = a_i + b(2r_i - \sum_i r_k^2)$$

Dan pada tahun 1952 diikuti Good dengan logaritma aturan *skoring* (Good, 1952)

$$s_i = a_i + b \log(r_i)$$

Logaritma diatas berlaku untuk mengembalikan sebuah agen dan untuk mengevaluasi pekerjaannya apakah sesuai dengan metode statistik standar (Winker, 1969). Aturan *skoring* sudah lama digunakan pada ramalan cuaca, ramalan ekonomi, *skoring* tes siswa, eksperimen-eksperimen ekonomi, dan teknologi sistem komputer intelejen.

Walaupun secara mendasar aturan *skoring* memecahkan permasalahan mendapatkan nilai peluang, tetapi ada banyak masalah lain yang dapat dipecahkannya dalam praktek nyata. Sebagai contoh, kebanyakan orang sering ragu dalam memutuskan suatu nilai peluang, jadi roda peluang dan istilah *menu* standar sering digunakan. Dan juga, koreksi sering membuat kognitif manusia dahnya mengikuti prasangka. Dalam teorinya, resiko keseganan, prioritas yang tidak biasa, dan utilitas kebebasan dapat juga memberatkan pengambilan kesimpulan tentang perkiraan yang mereka telah buat. Tetapi melalui pelatihan hal ini akan menjadi biasa ibarat membeli tiket lotre saja.

Masalah yang lainnya adalah jumlah eksponensial dalam jumlah variabel yang dapat menyulitkan proses komputasi, tetapi hal ini dapat ditangani dengan membuat penjabaran yang tergantung pada jaringan, seperti jaringan Bayes (Pennock, 2000) yang berhubungan dengan variabel. Sebuah jaringan yang bebas akan membuat setiap variabel memberikan variabel lainnya yang merupakan tetangganya jika kondisinya dijejerkan, dan secara drastis akan mengurangi kompleksitas komputasi.

Tetapi bagaimanapun, ada masalah besar yang tidak dapat ditangani oleh aturan

skoring. Yaitu, ketika orang yang berbeda menayakan perkiraan suatu variabel acak yang sama. Jadi yang kita butuhkan adalah perkiraan yang unik tiap orang yang berbeda. Sebagai contoh, ada tiga buah keadaan tetapi ada kesamaan pada akumulasi distribusi pada salah satu distribusi individu:

1. Jika ada 2 buah *event* yang saling bebas distribusi individunya, maka distribusi umumnya bebas juga.
2. Ada perubahan akumulasi prosedur dengan meng-*update* distribusinya dengan informasi yang baru
3. Ada perubahan akumulasi prosedur dengan membuat rungan secara kasar, misalnya membuat sebuah variabel

Karena akumulasi opini ini terasa berat, dalam prakteknya, sebuah probabilitas yang besar digunakan untuk suatu keahlian sendiri untuk memerinci parameter untuk setiap variabel. Sebagai contoh, seseorang dapat memperkirakan cuaca pada suatu wilayah geografis tertentu.

Pasar Informasi

Pasar informasi dapat mengatasi batasan-batasan aturan *skoring* sebagai mekanisme pengumpulan informasi. Seperti aturan *skoring*, pasar informasi mendorong para kontributornya untuk berlaku jujur karena pada kondisi ini mereka harus memproporsikan uang pada proporsinya dan setiap *event* yang terjadi merupakan suatu transaksi yang harus dibayar, dan kondisi seperti ini menghasilkan pegangan perkiraan yaitu $p(A)$.

Pasar informasi dapat dilakukan berulang-ulang sehingga menghasilkan perkiraan yang biasa yang merupakan hasil kombinasi informasi-informasi yang dikumpulkan. Tak ada yang tahu tentang siapa yang lebih ahli dalam suatu topik tertentu.

Seperti apa yang kita diskusikan pada pendahuluan, bagaimanapun, pasar informasi mengalami kerugian akibat peserta yang irasional dan adanya pasar yang tidak ketat. Ketika peserta pasar yang irasional yang mengetahui bahwa dia yakin bahwa asetnya bisa menjadi pemenang mengalahkan resikonya, mereka tidak akan

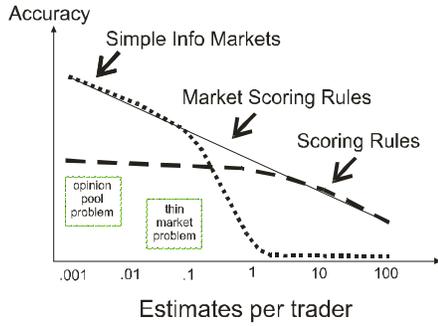
melakukan transaksi yang spekulatif dengan orang lain, walaupun mereka tahu sesuatu yang orang lain tidak ketahui. Dan karena aset harus dikordinasikan ketika akan melakukan dan menyetujui suatu transaksi, maka para pelaku transaksi hanya akan melakukan transaksi pada aset-aset tertentu yang dianggap *substansial* dan kegiatan transaksinya terbatas agar tidak merepotkan, dan harus berpikir ulang ketika ingin melakukan transaksi terhadap aset yang lain. Misalkan sebagai contoh, seseorang mengetahui suatu variabel tertentu, dan setiap orang tahu sedikit mengenai variabel tersebut, maka pasar informasi standar tidak akan melakukan transaksi tersebut.

Aturan Skoring Pasar

Gambar 1 akan menggambarkan *performance* tentang aturan *skoring* dan pasar informasi. Semakin ketat suatu pasar informasi maka akan meningkatkan keakuratan perkiraan *skoring* seiring dengan jumlah banyaknya pelaku transaksi pada tiap asetnya. Jika jumlah pelaku transaksi terhadap aset-aset menuju satu, maka pasar yang tidak ketat harus mengurangi jumlah aktivitas transaksi.

Ketika menggunakan aturan *skoring* pada pasar yang ketat, dimana banyak orang bertanya tentang perkiraan sesuatu dengan parameter yang sama, maka masalah akumulasi opini akan mengurangi keakuratan jika dibandingkan dengan pasar informasi.

Aturan *skoring* pasar dapat mengombinasikan keuntungan dari aturan *skoring* dengan pasar informasi standar. Aturan ini akan menghasilkan keakuratan seperti pasar informasi ketika orang memperkirakan hal yang sama, dan seperti aturan *skoring* ketika orang memperkirakan suatu hal yang berbeda-beda. Pada intinya aturan *skoring* pasar ini penggabungan kedua aturan yaitu aturan *skoring* dan pasar informasi secara kondisional, tergantung kondisi yang berlaku pada saat itu. Dimana ketika peserta pasar sedikit, aturan *skoring* pasar menjadi aturan *skoring* sederhana. Namun ketika peserta pasar menjadi banyak maka aturan ini akan secara otomatis membuat pasar yang dapat mendukung transaksi diantara mereka.



Gambar 1. Perbandingan Mekanisme

Secara formal, aturan *skoring* pasar selalu memiliki peluang distribusi terkini \mathbf{p} , yang sama dengan laporan yang lalu. Setiap orang dapat memeriksa, mengganti atau meng-*update* dengan membuat laporan yang baru jika seseorang memberikan laporan \mathbf{r}^t pada waktu t , dan kondisi berubah menjadi i , maka orang tersebut akan dikembalikan menjadi

$$c_i = \Delta s_i(\mathbf{r}^t, \mathbf{r}^{t-1}) = s_i(\mathbf{r}^t) - s_i(\mathbf{r}^{t-1})$$

Dimana $s_i(\mathbf{r})$ adalah aturan skoring yang sesuai, sedangkan \mathbf{r}^{t-1} adalah laporan terakhir yang dibuat. Karena nilai c_i dapat minus maka harus ditambahkan $\min_i c_i$ jika bernilai minus.

Karena orang melapor merupakan \mathbf{r}^t maka tidak dapat merubah \mathbf{r}^{t-1} maka ia harus memaksimalkan nilai $\Delta s_i(\mathbf{r}^t, \mathbf{r}^{t-1})$ dengan memaksimalkan nilai $s_i(\mathbf{r}^t)$ dan juga peserta akan bersikap jujur dalam melaporkan apa yang diyakininya disini kapanpun setiap mereka menggunakan aturan *skoring* yang sederhana. Ketika orang menemukan perbedaan peluang distribusi \mathbf{p} , ia akan mengharapkan keuntungan yang standar rata-rata, hal ini dapat menjadi bahan acuan dalam membentuk suatu kantor dan menghindari dari suatu kesalahan yang merugikan.

Jika seseorang ingin mengati suatu nilai distribusi \mathbf{p} , maka ia harus menyesuaikan dengan menaikkan peluang distribusi p_i dan menurunkan yang lain. Jika benar ia menaikkan distribusi peluangnya maka ia mendapatkan, tetapi jika ia menurunkannya

maka ia akan mengalami kekalahan. Jadi orang ini seperti melakukan taruhan berdasarkan kondisinya. Karena orang merubah nilai \mathbf{p} hanya dalam jumlah yang kecil, dan dapat dilakukan proses *undo* seperti membatalkan taruhan pertaruhan kecil ini adalah *fair* pada peluang \mathbf{p} .

Karena orang bebas melakukan perubahan pada peluang distribusi \mathbf{p} , dan karena pertaruhan mempengaruhi perubahan tersebut, aturan *skoring* pasar akan membuat pasar yang dibuat sehingga mampu mengakomodasi pertaruhan yang besar yang dapat dibentuk dari pertaruhan-pertaruhan yang kecil.

Kita dapat mengambil kesimpulan bahwa pada tiap aturan *skoring* pasar vektor $\mathbf{s} = \{s_i\}$ dimana s_i merupakan berapa banyak bentuk aset, ada suatu pembayar tiap i , harga unit terkini untuk sekala kecil di tunukkan oleh nilai p_i , dan perubahan harga ini diikuti oleh fungsi $\mathbf{p}(s)$, yang pada intinya merupakan kebalikan fungsi $\mathbf{s}(\mathbf{p})$. Sebagai contoh, untuk logaritma aturan *skoring* $s_i = a_i + b \log(r_i)$, maka harga fungsi adalah eksponensial

$$p_i(s) = \frac{e^{(s_i - a_i)/b}}{\sum_k e^{(s_k - a_k)/b}}$$

Untuk mencari harga tiap aset yang besar, salah satunya adalah harus mengintegrasikan harga penjualan silang dari saat kecil, Jika catatan penjualan $\mathbf{s} = \mathbf{h}(t)$, dan penjualan baru dimulai dari \underline{t} dan berakhir pada \bar{t} , maka total penjualannya adalah $\mathbf{h}(\bar{t}) - \mathbf{h}(\underline{t})$, dan total harga untuk penjualan ini adalah

$$\int_{\underline{t}}^{\bar{t}} \sum_i p_i(\mathbf{h}(t)) h_i'(t) dt$$

Karena $\mathbf{s}(\mathbf{p})$ adalah fungsi, maka integralnya adalah bebas terhadap penjualan $\mathbf{h}(\bar{t})$ dan $\mathbf{h}(\underline{t})$.

Dalam beberapa jenis pasar, semua transaksi ditentukan oleh segelintir pihak yang menjadi pusat pembuat pasar. Pihak ini selalu memberikan kepada publik penjualannya

ataupun pembelian, dan meng-*update* harga pasar. Contohnya di Hollywood Stock Exchange (www.hsx.com), menggunakan pembuat pasar otomatis ini. Aturan *skoring* pasar seperti ini, dikecualikan bahwa tiap pembuat pasar otomatis yang menangani suatu aset terkait pada kondisinya. Sebagai contoh, misalkan diberikan N biner variabel, maka transaksi dapat dilakukan kapanpun tiap *event* kemungkinan yang ke 2^N atau 2^{2^N} .

Pada pembuat pasar biasa, abstraksinya dapat dipertimbangkan oleh *user* agar *user* dapat dengan mudah mengikuti bermacam-macam skenario transaksi standar. Sebagai contoh, sebuah batas pesanan dapat memerinci jumlah nilai \mathbf{p} , dan rata-rata yang dapat menjaga nilai \mathbf{p} dari persilangan dengan nilai-nilai yang lain.

Biaya

Karena data dari aturan *skoring* pasar harus dibayar oleh *user* yang terakhir, total perkiraan kerugiannya hanya tergantung pada bagaimana menginformasikan laporan terakhir tadi, relatif terhadap data yang paling awal. Untuk mengurangi perkiraan kerugian ini datanya diisi dengan keyakinan awal \mathbf{q} , yang perkiraan kerugian dalam kemungkinan terburuknya adalah

$$S = \sum_i q_i (s_i(\mathbf{I}_i) - s_i(\mathbf{q}))$$

Dimana $(\mathbf{I}_i)_j = 1$ ketika $I = j$ atau nol.

Kondisi terburuk ini dipakai ketika pada tiap kondisi i , laporan terakhirnya dalam kondisi yang benar. Untuk algoritmanya, kondisi terburuk ini memperkirakan kerugiannya (b kali) adalah entropi dari distribusi \mathbf{q} .

Aturan *skoring* pasar yang menangani sebuah variabel dengan nilai kemungkinan V akan menjadi pembuat pasar otomatis untuk semua aset V dan bernilai untuk setiap v -nya. Untuk aturan logaritma, kemungkinan terburuknya adalah (b kali) entropi distribusi marginal $\{q_v\}_v$ pada tiap nilai v . Pada umumnya penjumlahan entropi distribusi marginal untuk tiap variabelnya tidaklah berkurang, dan biasanya bertambah, maka entropi gabungannya adalah semua variabel-variabelnya. Maka tidak ada biaya tambahan untuk sebuah pembuat pasar otomatis untuk

bertransaksi disetiap ruangan daripada biaya untuk pembuat pasar otomatis pada tiap variabelnya.

Logaritma aturan *skoring* pasar juga menghasilkan keuntungan yang sesuai. Dengan meminimalisir kekerapan kita untuk melakukan spekulasi dengan menerapkan logaritma tertentu maka akan ada perhitungan komputasi yang otomatis. Sebagai contoh, misalkan $p(A|B) > q$, salah satu harapan yang diinginkan memberikan q unit dengan ada pembayaran jika B , dan ada pembayar yang sama jika ada A dan B , maka didapatkan tidak ada resiko jika kita memilih B . Kondisi semacam ini diperlukan pada semua transaksi, bagaimanapun ini sepadan dengan kebutuhan logaritma aturan *skoring* pasar (Hanson, 2002b). Tidak hanya berlaku untuk $p(B)$ tetapi juga untuk C , misalnya kondisi probabilitasnya $p(C | \text{not } B)$, $p(C | B \text{ and } A)$, dan $p(C | B \text{ and not } A)$, dan variabel relasi bebasnya $I(A, B, C)$, $I(B, A, C)$, $I(C, B, A)$, dan $I(C, A, B)$ untuk A sebuah nilai dari A , B sebuah nilai dari B , dan C sebuah nilai dari C . Untuk variabel A, B, C kita mengatakan $I(A, B, C)$ menentukan p ketika $p(A_i | B_j C_k) = p(A_i | B_j)$ untuk semua nilai A_i dari A, B_j dari B , dan C_k dari C .

Merepresentasikan Variabel

Aturan *skoring* pasar digambarkan dalam bentuk distribusi peluang pada tiap nilai i yang didefinisikan dalam kombinasi dari nilai variabel v . Tetapi bagaimana kita menilai variabel ini di definisikan?

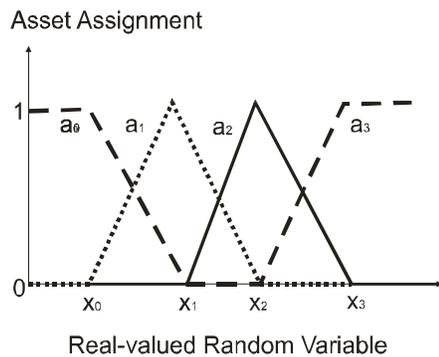
Bayangkan jika ada dua buah nilai distribusi peluang acak x dan y , seperti perubahan GDP ataupun imigrasi misalnya. Seorang *user* ingin mengungkapkan panaksirannya terhadap perubahan GDP, sedangkan *user* yang lain ingin mengungkapkan opininya tentang tingkat imigrasi yang meningkat dapat terjadi karena perubahan GDP tadi. Jika kita ingin mengekspresikan dua hal tersebut, tetapi juga mendeskripsikan GDP pada sejumlah aset yang kecil, untuk membatasi kompleksitas komputasi.

Dimana kita definisikan skala variabelnya

$$\bar{x} = \max(0, \min(1, \frac{x - x'}{x' - x}))$$

Diman nol sampai $x = x_k$, adalah diatas $x = x'$ dan bergerak secara linear dengan x antaranya.

Gerigi aset hanya memiliki nilai ketika variabel x mendekati variabel x_k . Maka bisa digunakan pada kondisi saat GDP naik, sehingga kombinasi linearnya bisa dihasilkan ulang kembali. Dan mereka mnghasilkan ini dari x , sampai x' dan serupa dengan pasangan variabel lainnya dari nilai x_k . Jadi perubahan GDP dan imigrasi dapat diperkirakan perubahan kenaikannya atas nilai imigrasi yang diha- rapkan



Gambar 2. Sawtooth asset representation

Dengan catatan untuk variabelnya dapat disempurnakan dan direpresentasikan dalam gerigi ataupun pilihan digital. Karena representasi-nya dapat bertumpu pada x_k dan dapat dimasukkan kapanpun, sebagai perincian dan penjelasan dari aset yang telah didefinisikan kedalam potongan nilai yang lama dan potongan nilai yang baru. Bagaimanapun, karena adanya penambahan pada potongan nilai dapat menaikkan biaya yang diperkirakan untuk pembiayaan aturan *skoring* pasar. Variabel baru dapat juga ditambahkan, jika data nya bersedia membayar biaya lebih.

Kesimpulan

Tidak ada masalah dalam mengumpulkan informasi pada kasus pasar informasi yang ketat, dimana banyak pelaku transaksi memperkirakan harga yang sama. Tetapi pada pasar informasi kombinatorial, yang memperkirakan probabilitas distribusi terhadap semua nilai *variabel*, kita menginginkan kesepakatan yang lebih baik dengan pasar yang lebih longgar dan terdapat masalah yang ditimbulkan oleh peserta yang irasional. *Skoring* nilai secara

sederhana dapat mencegah masalah ini, tetapi masalah datang dari masalah akumulasi opini di pasar yang ketat.

Setelah melihat sekilas pasar informasi, dan memaparkan *skoring* nilai pasar, makalah ini memberikan beberapa penerapan *skoring* nilai pasar sebagai pembuat pasar informasi kombinatorial. Penulis melihat *sawtooth assets* dapat mendukung semua perkiraan baik ankondisional dengan nilai yang diinginkan, maupun kondisional dengan *variabel* yang mendekati nilai tertentu.

Penulis melihat dengan menggunakan beberapa *skoring* nilai pasar dalam ruang yang sama, setiap nilainya konsisten tetapi dengan kemungkinan adanya ketidak konsistenan bisa menjauhkan *money pump* karena ada kesulitan dalam komputasi peluang yang konsisten, sedangkan perkiraan tetap diperbolehkan di hampir semua peluang bunga. Penulis melihat penentu nilai pasar sebaiknya membuat sebuah usaha agar perkiraan ini digunakan sebagai bahan untuk perkiraan yang akan datang, dan kemudian akan muncul pertanyaan baru bagaimana usaha ini dapat berlangsung. Akhirnya, penulis melihat bahwa ketika perkiraan menghasilkan perubahan struktural yang dapat memberi efek eksternal yang negatif bagi orang yang membuat perkiraan menggunakan struktur yang lebih lama, singkatnya terlihat bahwa lebih baik meninggalkan pengurangan faktor eksternal ini kepada perkiraan yang sebelumnya.

Maka rangkuman makalah ini sebagai berikut:

1. Ada banyak algoritma aturan *skoring* pasar, yang setiap algoritmanya menopang distribusi p sebagai sebuah tipe, yang biasa dikaitkan secara dekat dengan jaring Bayes.
2. Variabel-variabel diisikan oleh data-data. Dan varibel juga dapat ditambahkan dan disempurnakan jika masih ada dana yang tersedia.
3. Data di-inisiasi dengan sebuah distribusi q untuk setiap aturan skoring pasar.
4. Setiap user dapat setiap saat membuat perubahan pada distribusi ini, dengan merubah distribusi p menjadi distribusi

yang lain p' dari tipe yang sama. Perubahan ini dikalkulasi secara cermat, tanpa menghasilkan kesalahan atau *error*.

5. Perubahan yang dilakukan oleh user pada aturan *skoring* pasar individu, merupakan jalan tengah yang menguntungkan diantara aturan yang ditemukan dan dilakukan, dan mengurangi ketidak konsistenan antara peluang distribusi.
6. Setiap nilai variabel dimasukkan, keadaan peluang nya memiliki bobot berubah-ubah yang menyesuaikan tiap nilai ini dimasukkan. Dan secara kasar akan menghapus variabel ini. Aset yang dipegang menjadi bobot rata-rata dari aset yang sebelumnya.

User dapat menelusuri peluang distribusi dari setiap kombinasi nilai variabel, untuk mengidentifikasi penaksiran, seperti peluang nilai yang diharapkan yang hanya sedikit mengandung nilai *error* atau kesalahan. *User* lalu membutuhkan dan memilih sebuah nilai untuk menaksir sesuatu. Dan bisa kita lihat mereka mampu melakukan spekulasi, walaupun mereka mengetahui resiko yang mungkin dia dapatkan, sehingga dapat menentukan seberapa beresiko suatu keputusan spekulatif. Selama pendekatannya rasional dan beralasan, langkah spekulatif yang diambil akan jauh dari kerugian dan kesalahan atau *error*.

Daftar Pustaka

- BrierGW. Verification of forecasts expressed in terms of probability. *Monthly Weather Review*
- Good IJ. Rational decisions. Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological) 1952
- Hanson R. Eliciting objective probabilities via lottery insurance games. Tech. rep., George Mason University Economics, 2002a. (<http://hanson.gmu.edu/elicit.pdf>) *Tanggal akses: 28 Desember 2006 pukul 20:00*.
- Hanson R. Logarithmic market scoring rules for modular combinatorial information aggregation. Tech. rep., George Mason University Economics, 2002b. (<http://hanson.gmu.edu/mktscore.pdf>) *Tanggal akses: 28 Desember 2006 pukul 20:15*.
- Hanson R. Disagreement is unpredictable. *Economics Letters* 2003. (<http://hanson.gmu.edu/unpredict.pdf>). *Tanggal akses: 28 Desember 2006 pukul 20:30*.
- Pearl J. *Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference*. San Mateo, California: Morgan Kaufmann, 1988.
- Pennock DM, Wellman MP. Compact securities markets for Pareto optimal reallocation of risk. In: *Proceedings of the Sixteenth Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence*, San Francisco: Morgan Kaufmann, (<http://rome.exp.sis.pitt.edu/UAI/Abstract.asp?articleID=56>). *Tanggal akses: 28 Desember 2006 pukul 21:15*
- Winkler RL. Scoring rules and the evaluation of probability assessors. *Journal of the American Statistical Association* 1969;
- Munir, Rinaldi. (2004). Diktat Kuliah IF2153 Matematika diskrit. Departemen Teknik Informatika, Institut Teknologi Bandung