

Teorie prospektů aneb která užitková funkce je "ta pravá" ?

Martin Šmíd

ÚTIA AV ČR, odd. ekonometrie

Ostrava, 16.11.2014

Motivace

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá" ?

Martin Šmíd

Pane doktore, která užitková funkce je ta správná?

KB, student IES FSV, 2008

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část

Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efciencie

Diskuse

Závěr

Pro matematika těžká otázka: jde o skutečný život!

Motivace

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část
Formulace
teorie

Následný vývoj
Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efience

Diskuse

Závěr

Pane doktore, která užitková funkce je ta správná?

KB, student IES FSV, 2008

Pro matematika těžká otázka: jde o skutečný život!

- Pohled do literatury. Lze sice nalézt například pokusy o experimentální odhad exponentu mocninné užitkové funkce, ale kdo zaručí, že třída mocninných funkcí u.f. je ta pravá
- Ani behaviorální ekonomie - souhrn nesourodých většinou negativních výsledků - odpověď nedává
- Vystává otázka: lze vůbec něco takového vědecky vyzkoumat?
- A také: jak se v džungli neexaktní vědy vyznat?
- Obecně: lze vůbec rigorózně zkoumat chování člověka?

Obsah

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá" ?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část
Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efience

Diskuse

Závěr

1 Širší kontext

- Okénko do filozofie vědy
- Specifika věd o člověku
- Teorie rozhodování za neurčitosti

2 Teorie prospektů - Kahneman, Tversky (1979)

- Design experimentů
- Empirická část
- Formulace teorie

3 Následný vývoj

- Kumulativní teorie prospektů
- Tržní ekvilibrium
- PT a efience

4 Diskuse

5 Závěr

Historie uvažování o vědě

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy

Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část

Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efience

Diskuse

Závěr

Vědecká revoluce (16. stol, Bacon, Descartes):

- matematizace vědy (jasné logické uvažování)
- racionalismus a dedukce *versus* empirismus a indukce (poznání vychází z premis *versus* ze zkušenosti)

Pozitivismus (19-20. stol, Comte, Russel, vídeňská škola)

- Opojení úspěchy fyziky a chemie
- Sny o úplném poznání, matematizaci všech věd a vědeckém řízení společnosti (mj. Marx)
- Snaha vymýtit z lidského poznání vše nevědecké

Postmoderna (druhá pol. 20. stol, Kuhn, Popper)

- Úplné poznání není možné (Godelova věta o nekompletnosti)
- Věda se vyvíjí procesem falzifikace
- Vědecké paradigma je společenskou dohodou (vždy popřít zpochybující fakta)

Současné přístupy (výběr)

Teorie perspektív
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá" ?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy

Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie perspektív
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů

Empirická část

Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie perspektív
Tržní ekvilibrium
PT a efience

Diskuse

Závěr

Foundacionismus Vše je založené na předpokladech, například:

- Existuje objektivní realita
- Příroda se chová pravidelně
- Experimenty fungují (např nefunguje modlitba za výsledek)
- Náhodný výběr reprezentuje populaci
- ...
- (Nejsme napojeni na "matrix")

Epistemologický anarchismus Když už je vědecké poznání beztak relativní, tak proč se zatěžovat nějakou metodologií, vědci by měli být svobodní v tom, co říkají.

Koherentismus Věda se snaží udržet logickou konzistenci.

- Teorie se mění když jsou falzifikovány.
- Teorie nejsou izolované (neregularita Uranu mohla popřít buď Newtonovy zákony, nebo to, že je sedm planet)
- Teorie by měly být falzifikovatelné (nikoli "lepeny" výjimkami či anomáliemi)

Vědeckost teorií

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy

Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část

Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efience

Diskuse

Závěr

Aby byla teorie uznána za vědeckou, měla by být mj.

- konzistentní s ostatními uznávanými teoriemi
- operacionalizovatelná (existují sledovatelné výstupy)
- falzifikovatelná
- (někdy se vyskytují další požadavky: přirozenost, možnost tvořit předpovědi, modifikovatelnost)

Z tohoto hlediska nejsou vědecké

- konspirační teorie
- městské legendy
- náboženská přesvědčení
- filozofie
- psychologie založená na introspekci

(i když jsou logicky konzistentní, nejsou falzifikovatelné)

(což ovšem neznamená, že některé z výše uvedených nemají v životě místo)



Specifika věd o člověku

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy

Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část

Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní rovnováha
PT a eficeience

Diskuse

Závěr

Vědy o člověku (např. ekonomie, psychologie) to mají těžší:

- Jakmile existuje předpověď, subjekty (lidé) se jí přizpůsobí (viz například inflační očekávání)
- Teorie může mít normativní vliv (samosplnitelné proroctví, viz například BS formule)
- Technický pokrok, na kterém "lidské systémy" závisí, nelze předpovídat vůbec (předpovídanou inovaci lidé ihned aplikují)
- Etické ohledy brání "vědeckému" zkoumání

Data jsou zašuměná a je jich málo, parametrů je moc

- Protiřečící si teorie mohou být konzistentní s fakty (Keynes versus Friedmann)
- Někteří (makro)ekonomové (Hayek, von Mises) *falzifikovatelnost* svých teorií otevřeně vzdali.
- Některé teorie (např. efektivnost trhů) jsou lepeny anomáliemi

Teorie rozhodování za neurčitosti

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá" ?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

**Teorie
rozhodování za
neurčitosti**

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část

Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efience

Diskuse

Závěr

- Věda na pomezí matematiky, operačního výzkumu, ekonomie a psychologie
- Historie
 - Zárodky (Bernoulli, 18. stol.)
 - Postupný vývoj v ekonomii (19-20. stol.)
 - Von Neumann a Morgenstern (40. léta 20. stol.)
 - Falzifikace (od 50. let dosud)
 - Hledá se nástupce (dosud)

Von Neumannova-Morgensternova teorie (1944)

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá" ?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část
Formulace
teorie

Následný vývoj
Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efience

Diskuse

Závěr

- Spojuje (činí ekvivalentní)
 - teorii preferenčních relací (Frisch 1926)
 - teorii očekávaného užitku (Bernoulli 1738)
- Ve zkratce:
 - Rozhodování mezi prospekty (jiné slovo pro rozdělení konečných diskrétních náhodných veličin) podle preferenční relace splňující jisté "rozumné" předpoklady je ekvivalentní rozhodování podle střední hodnoty jisté užitkové funkce.
 - Pokud relace předpoklady nespĺňuje, lze vytvořit takový prospekt, při kterém bude rozhodovatel systematicky ztrácet
- Teoretický přínos: redukce "velkého" objektu (relace) na "zvládnutelný objekt" (užitková funkce)
- Téměř krystalická ukázka *racionalismu* (dedukce z "rozumných" předpokladů).

Theorem

Pokud je relace \preceq

1 *úplná*

2 *tranzitivní*

3 *spojitá: $L \preceq M \preceq N \Rightarrow \exists p : M \sim pL + (1 - p)M$*

4 *nezávislá: $L \preceq M \Rightarrow \forall N, p : pL + (1 - p)N \preceq pM + (1 - p)N$*

pak existuje (až na afinní transformaci) jednoznačně určená funkce u taková že

$$L \preceq M \Leftrightarrow \mathbb{E}_{L(x)} u(x) \leq \mathbb{E}_{M(x)} u(x)$$

"Rozumnost" axiomů

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy

Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část

Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efience

Diskuse

Závěr

Vlastními slovy

- 1 Musíme si umět vybrat
- 2 Nevybíráme nelogicky
- 3 Blízké alternativy mají blízké preference
- 4 Přidání třetí alternativy nezmění preference první a druhou

Když nad tím uvažujeme:

- 1 úplnost: pochopitelná
- 2 tranzitivita: uvěřitelná
- 3 spojitost: asi si lze představit, že "racionální" lidé takto asi uvažují
- 4 nezávislost: těžko představitelná

Empirie útočí: Allaisův "paradox" (Allais, 1953)

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

**Teorie
rozhodování za
neurčitosti**

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část

Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efience

Diskuse

Závěr

Experiment 1

	0	2400	2500	ch.
K_1	0.01	0.66	0.33	18 %
K_2		1.00		82 %

Experiment 2

	0	2400	2500	ch.
L_1	0.67		0.33	83 %
L_2	0.66	0.34		17 %

Empirie útočí: Allaisův "paradox" (Allais, 1953)

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část
Formulace
teorie

Následný vývoj
Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a eficiency

Diskuse

Závěr

Experiment 1

	0	2400	2500	ch.
K_1	0.01	0.66	0.33	18 %
K_2		1.00		82 %

Experiment 2

	0	2400	2500	ch.
L_1	0.67		0.33	83 %
L_2	0.66	0.34		17 %

Z experimentů vychází $K_1 \prec K_2$ a $L_1 \succ L_2$.

Přitom

$$K_1 = M_1 + N, \quad L_1 = M_1 + P,$$

$$K_2 = M_2 + N, \quad L_2 = M_2 + P,$$

$$M_1 = (0.01, 0.34, 0.33), \quad M_2 = (0, 0.34, 0),$$

$$N = (0, 0.66, 0), \quad P = (0.66, 0, 0),$$

mělo by tedy platit

$$K_1 \prec K_2 \Leftrightarrow M_1 \prec M_2 \Leftrightarrow L_1 \prec L_2.$$

Empirie útočí: Allaisův "paradox" (Allais, 1953)

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část

Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efience

Diskuse

Závěr

Experiment 1

	0	2400	2500	ch.
K_1	0.01	0.66	0.33	18 %
K_2		1.00		82 %

Experiment 2

	0	2400	2500	ch.
L_1	0.67		0.33	83 %
L_2	0.66	0.34		17 %

Z experimentů vychází $K_1 \prec K_2$ a $L_1 \succ L_2$.

Přitom

$$K_1 = M_1 + N, \quad L_1 = M_1 + P,$$

$$K_2 = M_2 + N, \quad L_2 = M_2 + P,$$

$$M_1 = (0.01, 0.34, 0.33), \quad M_2 = (0, 0.34, 0),$$

$$N = (0, 0.66, 0), \quad P = (0.66, 0, 0),$$

mělo by tedy platit

$$K_1 \prec K_2 \Leftrightarrow M_1 \prec M_2 \Leftrightarrow L_1 \prec L_2.$$

AP byl mnohokrát experimentálně ověřen, a to i s výhrami ve skutečných penězích (zde na hladině < 0.01).

Hledá se nástupce

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy

Specifika věd o
člověku

**Teorie
rozhodování za
neurčitosti**

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů

Empirická část

Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efciencie

Diskuse

Závěr

- Teze, že lidé jednají podle VNM axiomů, se zdá být přesvědčivě vyvrácená
- Hledá se nástupce VNM teorie
- Existuje více pokusů o rozhodovací teorii bez axiomu nezávislosti
- Nobelovu cenu (2002) ale dostala jen Prospect Theory autorů D. Kahnemana a A. Tverského.

Prospect Theory

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část
Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efciencie

Diskuse

Závěr

KT (1979)

Kahneman, Tversky, Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk, *Econometrica*, 1979.

Obsah článku

- Přehled empirické evidence (proti VNM)
- Návrh nového modelu

Zajímavost: v podstatě matematický článek psaný psychology v předním ekonomickém časopise.

Ve zbytku prezentace (X, p) označuje prospekt, kde se s pravděpodobností p vyhrává výhra X , jinak se nevyhrává nic.

Design experimentů

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

**Design
experimentů**

Empirická část

Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efciencie

Diskuse

Závěr

- K a T experimenty prováděli hypoteticky
- Jako subjekty sloužili studenti
- Variantní problémy byly předkládány jiným skupinám
- Za hypotézy, že jsou preference obou problémů u stejných subjektů stejné a vzorky jsou nezávislé, pak by poměr výběru jednotlivých možností měl být v obou vzorcích stejný.
- H_0 se vyvrací pomocí χ^2 testu.

KT (1979), empirická část

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů

Empirická část

Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efience

Diskuse

Závěr

Empirická evidence proti A4:

- Allaisův příklad (viz dřívější slide)
- Efekt jistoty: stává se že $(X, p) \prec (Y, 1)$, ale $(X, pq) \succ (Y, q)$ [i když jsou pravděpodobnosti v obou případech ve stejném poměru, jistota má větší "kouzlo"] (**vaše otázka 1**)
- Efekt malých pravděpodobností: $(X, p) \prec (X/2, 2p)$, ale $(X, cp) \succ (X/2, 2cp)$ pro malé c [malé pravděpodobnosti "splývají", lidé se při nich ohlížejí spíše na hodnotu].

KT (1979), empirická část, pokrač.

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitostí

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů

Empirická část

Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efience

Diskuse

Závěr

Empirická evidence proti rizikové averzi

- Risk seeking při ztrátách: pro velké X a malé Y může platit $(X, p) \prec (Y, 1)$ [loterie], ale $(-X, p) \succ (-Y, 1)$ [pojištění]
- Probabilistické pojištění: Ti, co váhají pojistit se proti ztrátě by se nepojistili, kdyby pojištění bylo ry a platné prstí r :

Označme w je současné bohatství, p prst události, x hodnota majetku a y pojistné. Z indiference vyplývá

$$pu(w - x) + (1 - p)u(w) = u(w - y)$$

což, když WLOG $u(w - x) = 0$, $u(w) = 1$, dává $(1 - p) = u(w - y)$. Nechuť k pravděpodobnostnímu pojištění dává

$$u(w - x)(1 - r)p + u(w - y)rp + u(w - ry)(1 - p) < u(w - y)$$

$$\rightarrow (1 - p)rp + u(w - ry)(1 - p) < 1 - p$$

$$\rightarrow u(w - ry) < 1 - rp = (1 - r) + r + r(1 - p) - r$$

$$\rightarrow u(w - ry) < (1 - r)u(w) + ru(w - y)$$

což je spor s konkavitou.

KT (1979), empirická část, pokrač.

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů

Empirická část

Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efciencie

Diskuse

Závěr

Efekty izolace

- **Efekt formulace:** Lidé vybírají jinak, když jsou prospekty (X, p) a (Y, q) formulovány přímo, než když se nejprve hraje s prstí $1/q$ o účast ve druhém kole, ve kterém se hraje $(X, p/q)$ proti $(Y, 1)$.

Příklad

Formulace A (3000, 0.25) versus (4000, 0.2)

Formulace B Nejprve se hraje o účast ve druhém kole s pravděpodobností postupu 0.25, subjekt rozhoduje, zda by v případě výhry v druhém kole chtěl (3000, 1) nebo hrát (4000, 0.8).

V obou případech je výsledek stejný, lidé ale v B více preferují první možnost (zapůsobí efekt jistoty)

KT (1979), empirická část, pokrač.

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy

Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitostí

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů

Empirická část

Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efience

Diskuse

Závěr

- Kotvení (anchoring): Subjekt dostane před hrou X a pak si vybírá mezi dvěma prospekty (A, p) a (B, q) . V experimentech vychází
 - $(X, 0.5) \prec (\frac{X}{2}, 1)$ pokud dostal 0
 - $(-X, 0.5) \succ (-\frac{X}{2}, 1)$ pokud dostal $2X$příčemž v obou případech jde o rozhodnutí $(X, 0.5)$ vs $(\frac{X}{2}, 1)$ **(vaše otázka 2)**.

KT (1979), formulace teorie

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část

**Formulace
teorie**

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efience

Diskuse

Závěr

Teorie prospektů předpokládá, že subjekt se současným bohatstvím w_0 ohodnocuje prospekt $L = (w_i, p_i)_i$ číslem

$$V_K = \sum_i V_{w_0}(w_i)\pi(p_i)$$

kde

- V_{w_0} je funkce ohodnocující finální bohatství w za předpokladu současného bohatství w_0 .
- π je funkce "převažující" skutečnou pravděpodobnost.

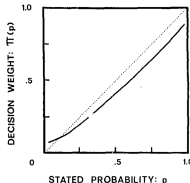
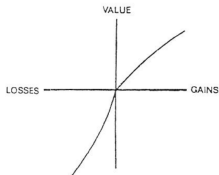


FIGURE 4.—A hypothetical weighting function.

Návrh funkce v a π podle K

Ohodnocovací funkce

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitostí

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část

**Formulace
teorie**

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efciencie

Diskuse

Závěr

$$V_{w_0}(w) = v_{w_0}(w - w_0),$$

(závisí na relativním bohatství) kde

- $v_{w_0}(\bullet)$ je konkávní/konvexní na kladné/záporné poloose (reakce na risk-seeking při ztrátách).
- $v'_{w_0}(x) < v'_{w_0}(-x), x > 0$ - ztráty bolí více než těší zisky (reakce na fakt, že většinou $(X, 0.5; -X, 0.5) \prec 0$).

Váhová funkce

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část

Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efience

Diskuse

Závěr

- π je rostoucí, $\pi(0) = 0$, $\pi(1) = 1$,
- π je subaditivní pro malé p : $r\pi(p) < \pi(rp)$
(vzpomeňme, že $(X, 2p) \prec (2X, p)$, takže $1 < \frac{v(2X)\pi(p)}{v(X)\pi(2p)} < 2 \frac{\pi(p)}{\pi(2p)}$)
- $\pi(p) > p$ pro malé p
(protože, dle experimentu, $(5000, 0.001) \succ (5, 1)$ [loterie \succ malá částka], ale $(-5000, 0.001) \prec (-5, 1)$ [velká ztráta \prec pojištění]), máme $\pi(0.001)v(5)/v(5000) \geq 0.001$, podobně pro ztrátu.)
- π je subjistá: $\pi(p) + \pi(1 - p) < 1$ (vyplývá též z experimentů)
- π je subproporcionální:
 $\frac{\pi(pq)}{\pi(p)} < \frac{\pi(pqr)}{\pi(pr)} \Leftrightarrow \log \pi$ je konvexní v $\log p$ (z efektu jistoty)

KT (1979), formulace teorie

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část

**Formulace
teorie**

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efience

Diskuse

Závěr

- K+T uznávají, že takovýto výběr vede k nekonzistencím (viz též VNM věta), které by jedinec napravil, kdyby si je uvědomil, což ovšem většinou v praxi nenastává.
- Článek je napsán zcela rigorózně a pochopitelně. Žádné brilantní teorie, spíš vědecká poctivost. Možná proto se ujal.

Vývoj v následujících 30 letech

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část

Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a eficiency

Diskuse

Závěr

- *KT (1979)* má > 10000 citací ve WOS
- PT je konsistentní s Allaisovým paradoxem, s problémem "loterie versus pojištění" a s některými dalšími známými "puzzles"
- Kritika: může vést k preferenci FSD dominovaných prospektů, napraveno v *TK (1992)*
- Popularizace viz *K: Thinking, Fast and Slow, 2011*
- Dále několik vybraných výsledků.

Kumulativní teorie prospektů (KT 1992)

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitostí

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část
Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní rovnováha
PT a eficientnost

Diskuse

Závěr

- Generalizace zahrnující spojité veličiny
- Reaguje též na nesrovnalosti se stochastickou dominancí prvního řádu
- Funkce v zůstává, předmětem vážení je distribuční funkce
- Hodnota prospektu s d.f. F se spočítá jako

$$V(F) = \int_{-\infty}^0 v(x)dw^-(F(x)) + \int_0^{\infty} v(x)d(-w^+(1 - F(x)))$$

$$v(x) = \begin{cases} |x|^\alpha & x \geq 0 \\ -\lambda(|x|)^\beta & x \leq 0 \end{cases}$$

$$w^-(p) = \frac{p^\gamma}{(p^\gamma + (1 - p)^\gamma)^{1/\gamma}}, \quad w^+(p) = \frac{p^\delta}{(p^\delta + (1 - p)^\delta)^{1/\delta}}$$

- parametry $\lambda = 2.25, \alpha = \beta = 0.88, \gamma = \delta = 0.65$ jsou odhadovány z experimentu.

Funkce w

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá" ?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část

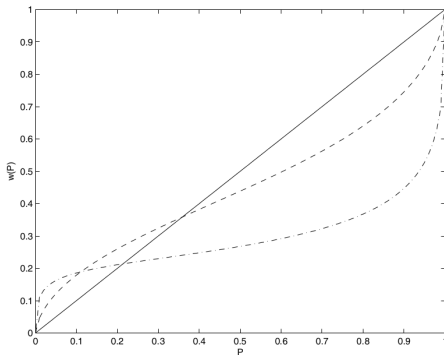
Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efience

Diskuse

Závěr



čárky - $\delta = 0.65$, čárky+tečky - $\delta = 0.4$

De Georgi. Financial market equilibria with cumulative prospect theory, 2010

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část

Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a eficiency

Diskuse

Závěr

- J akcií, diskrétní výnosy,
- v a w jako v KT 1992, různé parametry pro různé hráče
- Ekvilibrium obecně neexistuje, protože může nastat případ, že se někomu vyplatí prodat nekonečné množství akcie nakrátko
- Pokud je N hráčů, ekvilibrium nemusí existovat
- Pokud je kontinuum hráčů, ekvilibrium existuje (ve smyslu, že každý maximalizuje

Levy and Levy. Prospect Theory and Mean-Variance Analysis, 2004

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část

Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efience

Diskuse

Závěr

Zkoumají eficientní hranici

- Prospect stochastic dominance PSD:

$$F \overset{PSD}{\prec} G \Leftrightarrow \int_{\underline{x}}^{\bar{x}} [F(x) - G(x)] dx \geq 0 \quad \text{for any } \underline{x} \leq 0 \leq \bar{x}$$

- Výsledky

- Pokud sou povoleny krátké prodeje a rozdělení akcií je normální, pak (při objektivních pravděpodobnostech) PT eficientní hranice \subset MV eficientní hranice
- PSD se zachovává při CPT transformace

\Rightarrow PT eficientní portfolia stačí hledat mezi MV eficientními

- Vztah SSD a PTD
- Analogická analýza pro lognormální rozdělení

Implikace pro SP?

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá"?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku
Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část

Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efciencie

Diskuse

Závěr

- Jednostupňové: Nekonvexní úlohy (to ale vzhledem k tom, že je náhoda stejně diskrétní, tak nevadí, stejně se to bude řešit velkou LP)
- Ve vícestupňovém SP se situace komplikuje
 - Při dvoustupňovém rozhodování podle subjektivních pravděpodobností je porušena FSD (J. Ingersoll, Jr. Cumulative Prospect Theory and the Representative Investor, Yale, 2011)
 - I kdybychom to ignorovali (nebo nějak napravili), problémem může být, že se dynamika řídí objektivními, zatímco rozhodování subjektivními pravděpodobnostmi
 - ...
- Otázka: co vzít za referenční bod? Zjišťovat experimentálně?

Tak která je ta pravá?

Teorie prospektů
aneb která
užitková funkce
je "ta pravá" ?

Martin Šmíd

Širší kontext

Okénko do
filozofie vědy
Specifika věd o
člověku

Teorie
rozhodování za
neurčitosti

Teorie prospektů
- Kahneman,
Tversky (1979)

Design
experimentů
Empirická část

Formulace
teorie

Následný vývoj

Kumulativní
teorie prospektů
Tržní ekvilibrium
PT a efciencie

Diskuse

Závěr

Žádná. Ale teorie CPT prozatím nebyla (pokud vím) vyvrácena, takže používat jí je snad poctivé.