KO‘P ISHTIROKCHILI DIFFERENSIAL O‘YINLARDA TUTISH MASALASINING GEOMETRIK TALQINI

Abduraximova Zulayxo Ikromjon qizi
Turan International University o'qituvchisi
zulayxoabduraximova96@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada ko‘p ishtirokchili differensial tenglamalarda tutish masalasining geometrik talqini ko‘rib chiqilgan. Maqola, o‘yin nazariyasi va matematik optimizatsiya kontekstida tutish strategiyalarini aniqlashda geometrik yondashuvlarni qo‘llashni maqsad qilgan. Asosiy e'tibor o‘yin ishtirokchilarining qaror qabul qilish jarayonlaridagi geometrik modellarni o‘rganishga qaratilgan bo‘lib, bu orqali ularning harakatlari va maqsadlariga erishishdagi samaradorligi baholanadi. Shuningdek, muammoning geometrik ifodalari va ularning amaliy ilovalari keltirilgan, bu esa nazariy asoslarni amaliy natijalar bilan bog‘lash imkonini beradi. Ushbu tadqiqot, ko‘p ishtirokchili o‘yinlar kontekstida yangi yondashuvlarni taklif etadi va ulardan foydalanish imkoniyatlarini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: o‘yin maydoni, strategiya xaritalari, optimizatsiya, stabilitet, Nash muvozanati.

Аннотация: В этой статье рассматривается геометрическая интерпретация задачи сдерживания в многопользовательских дифференциальных уравнениях. Статья ставит целью применение геометрических подходов для определения стратегий сдерживания в контексте теории игр и математической оптимизации. Основное внимание уделяется изучению геометрических моделей в процессах принятия решений участниками игры, что позволяет оценить эффективность их действий и достижение целей. Также представлены геометрические выражения проблемы и их практические приложения, что позволяет связать теоретические основы с практическими результатами. Данное исследование предлагает новые подходы в контексте многопользовательских игр и демонстрирует возможности их применения.

Ключевые слава: Игровое поле, карты стратегий, оптимизация, стабильность, равновесие Нэша.

Annotation: This article examines the geometric interpretation of the containment problem in multi-agent differential equations. The article aims to apply geometric approaches to identify containment strategies in the context of game theory and mathematical optimization. The main focus is on studying geometric models in the decision-making processes of game participants, through which the effectiveness of their actions and achievements of their goals are evaluated. Additionally, the geometric representations of the problem and their practical applications are presented, allowing for a connection between theoretical foundations and practical outcomes. This research offers new approaches in the context of multi-agent games and demonstrates their potential applications.

Keywords: Game field, strategy maps, optimization, stability, Nash equilibrium.

KIRISH Ko‘p ishtirokchili differensial o‘yinda tutish masalasining geometrik talqini ko‘p jihatdan o‘yinchilarning strategik harakatlari va resurslarni qanday taqsimlashlariga bog‘liq. Geometrik nuqtai nazardan, har bir ishtirokchining harakati o‘zining pozitsiyasini, shuningdek, boshqalar bilan bo‘lgan munosabatlarini belgilaydi. Bu masalani yanada batafsil o‘rganish uchun matematik formulalar va diagrammalar yordamida grafik ko‘rinishda ko‘rsatamiz.

Geometrik Talqin

1. **O‘yin maydoni**: Ko‘p ishtirokchili differensial o‘yinlar, odatda, fazo yoki maydonda tasvirlanadi. Har bir ishtirokchi o‘z pozitsiyasini va strategiyasini belgilaydigan nuqtalarga ega.
2. **Strategiya xaritalari**: Har bir ishtirokchining strategiyasi, masalan, ularning harakat yo‘nalishlari va qarorlarining geometrik ko‘rinishini ifodalovchi xaritalar yordamida tasvirlanishi mumkin. Bu xaritalar, o‘yinchilarning pozitsiyalariga asoslangan holda, harakatlar va qarorlar o‘rtasidagi bog‘lanishni ko‘rsatadi.
3. **Optimizatsiya va tengliklar**: Tutish masalasi ko‘pincha har bir ishtirokchining maqsadlarini optimallashtirish bilan bog‘liq. Geometrik talqinda, bu masala tenglamalar va chegaralar yordamida ifodalanadi, bu esa har bir ishtirokchining strategiyasini qanday tutishi kerakligini ko‘rsatadi.
4. **Stabilitet[21] va dinamik analiz**: Tutish masalasida stabilitet analizi muhimdir. Har bir ishtirokchining harakati va strategiyalari bir-biriga ta'sir qiladi, shuning uchun geometrik talqinda bu ta'sirlar va ularning barqarorligi tahlil qilinadi.
5. **Nash muvozanati[22]**: O‘yinlarda Nash muvozanati, har bir ishtirokchi o‘z strategiyasini boshqalar strategiyasiga qarab belgilaydi. Geometrik nuqtai nazardan, bu muvozanatni topish, strategiya xaritalaridagi kesishuv nuqtalarini aniqlash bilan bog‘liq.

ASOSIY QISM

R^n fazoda $P_1, P_2, ..., P_m$ va E obyektlar harakat qilayotgan bo‘lsin . Ularni bu fazodagi harakatlari inersiyasiz bo‘lib , quyidagi tenglamalar asosida berilgan

$$P_i : \dot{x}_i = U_i, x_i(0) = x_{i0}, i = \overline{1, m} \tag{1}$$

$$E : \dot{y} = v, y(0) = y_0 \tag{2}$$

bu yerda x_i, P_i obyektning holatini R^n da ifodalaydi. Bu obyektni quvlovchi deb ataymiz . $U_i - P_i$ obyektning tezligi va bu tezlik vaqtga nisbatan o‘lchanuvchi funksiya bo‘lib , $U(\cdot) : [0, +\infty) \to R^n$ akslantirishni bajaradi va

[21] Stabilitet - barqarorlik

[22] Nash muvozanati – o’yin nazariyasida matematik Jon Nesh nomi bilan atalgan Nash muvozanati ikki yoki undan ortiq o’yinchilar ishtirokidagi hamkorliksiz o'yinning yechimini aniqlashning eng keng tarqalgan usuli hisoblanadi

$$|U_i(t)| \le 1, t \ge 0 \tag{3}$$

chegaralanishni qanoatlantiradi . $x_i(0) - \mathrm{P}_i$ obyektning boshlano'ich holati . $y - E$ obyektning R^n fazodagi holati yoki kordinatasi. $v - E$ obyektning tezligi bo'lib, bu parametr ham o'lchanuvchi funksiya sifatida tanlanadi va $v(\cdot):[0,+\infty) \to R^n$ akslantirishni bajaradi. Shuningdek

$$|\mathrm{v}(t)| \le 1, t \ge 0$$

(4)

$y(0) = y_0 - E$ obyektning boshlang'ich holati.

Ta'rif 1. (1) - (4) o'yinda tutish masalasi yechilgan deyiladi, agar (4) ni qanoatlantiruvchi ixtiyoriy $v(t), t \ge 0$ o'lchanuvchi funksiya uchun (3) ni qanoatlantiruvchi $\exists U_i^*(t), t \ge 0$ funksiya mavjud bo'lsaki , biror $\exists i = \overline{1,m},$ uchun $t^* \le 0$ da

$$x_i(t^*) = y(t^*) \tag{5}$$

tenglik bajarilsa.

Tutish masalasini yechish uchun quvlovchilarning boshqaruv funksiyalari faqat t vaqtga bog'liq bo'lishi yetarli emas. Shuning uchun avvalgi bitta o'yinchi qatnashgan hol kabi bir necha quvlovchi haqidagi informatsiyalar zarur ya'ni $U_i(t, v(t), x_i(t), y(t))$. Biz bitta quvlovchi uchun parallel quvish strategiyasini qurilishi va xossalarini aniqlagandik. Unga ko'ra quvlovchilar ushbu strategiyani qo'llaganda $x_i(t), y(t)$ holatalarni o'rniga ularni boshlang'ich bilish yetarli. Huddi bitta quvlovchi uchun qurilgani kabi Π strategiya bunda ham quriladi .

Ta'rif 2. (1) - (4) o'yinda P_i quvlovchining strategiyasi deb , quyidagi funksiyaga aytiladi

$$U_i(v) = v - \lambda_i(v)\xi_{io} \tag{6}$$

bu yerda $\lambda_i(v) = \langle v, \xi_0 \rangle + \sqrt{\langle v, \xi_0 \rangle^2 + 1 - |v|^2}$, $\xi_{io} = \dfrac{x_{i0} - y_0}{|x_{i0} - y_0|}$.

(6) funksiya uchun (3) o'rinli ekanini bevosita tekshirish mumkin

Izoh :

$$|U_i(v)|^2 = |v|^2 - 2\lambda_i \langle v, \xi_{i0} \rangle + \lambda_i^2, (\lambda_i(v))^2 = \langle v, \xi_{i0} \rangle^2 + 2\langle v, \xi_{i0} \rangle \sqrt{\langle v, \xi_{i0} \rangle^2 + 1 - |v|^2} + \langle v, \xi_{i0} \rangle^2 + 1 - |v|^2$$

$$|U_i(v)|^2 = |v|^2 - \langle v, \xi_{i0} \rangle^2 - 2\langle v, \xi_{i0} \rangle \sqrt{\langle v, \xi_{i0} \rangle^2 + 1 - |v|^2} + \langle v, \xi_{i0} \rangle^2 +$$
$$+2\langle v, \xi_{i0} \rangle \sqrt{\langle v, \xi_{i0} \rangle^2 + 1 - |v|^2} + \langle v, \xi_{i0} \rangle^2 + 1 - |v|^2 = 1$$

(6) funksiyani t vaqtda quvlovchi amalga oshirganda obyektlar orasidagi yaqinlashish parallel yaqinlashish bo'ladi. Ushbu holatni tekshiramiz. Buning uchun t vaqtda qochuvchi (4) ni qanoatlantiruvchi biror $v = v(t), t \ge 0$ o'lchanuvchi funksiya yordamida harakatlansin. Natijada harakat trayektoriyasi

$$y(t) = y_0 + \int_0^t v(\tau)d\tau \qquad (7)$$

i - quvlovchi obyekt (6) strategiyani amalga oshiradi ya’ni

$$U_i(v(t)) = v(t) - \lambda_i(v(t))\xi_{i0} \qquad (8)$$

bunda quvlovchilar uchun quyidagi harakat trayektoriyasi hosil bo‘ladi

$$x_i(t) = x_{i0} + \int_0^t U_i(v(s))ds \qquad (9)$$

Tutish masalasi uchun $\exists i = \overline{1,m}$ topish kerakki,

$$z_i(t^*) = 0 \qquad (10)$$

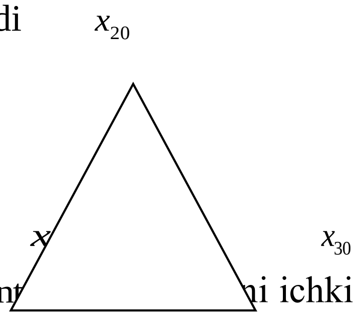
tenglik bajarilishi kerak, bu yerda $z_i = x_i - y_0, z_{i0} = x_{i0} - y_0$

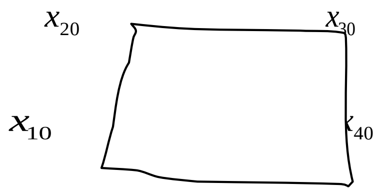
Teorema: Agar (1) - (4) masalada

$$O \in \text{int}.ConV\{\xi_{10}, \xi_{20}, ..., \xi_{m0}\} \qquad (11)$$

qavariq nuqta boshlang‘ich to‘plamlarning ichida tutish masalasini yechish mumkin.

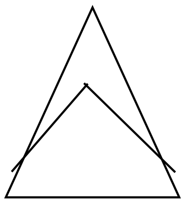
Izoh: (11) shartning ma’nosi shunday, qochuvchi obyektning boshlang‘ich holati quvlovchi obyektlarning boshlang‘ich holatini qavariq yopilmasini ichki nuqtasi bo‘lish shartini ifodalaydi

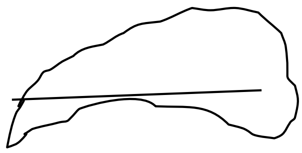




(1-chizma) in… i ichki nuqtasi; $convA - A$ to‘plamni qavariq yopilmasi

.





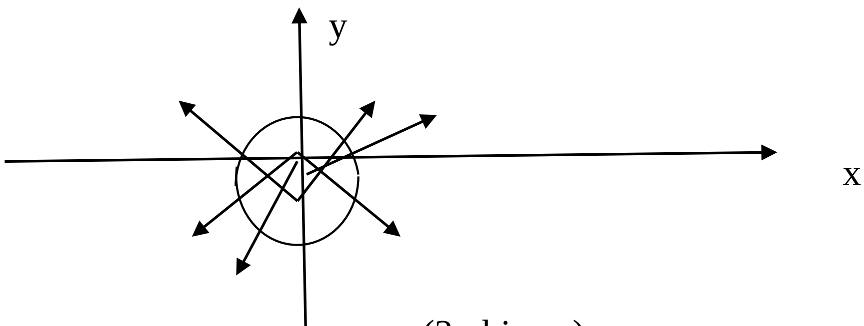
(2-chizma)

$$y_0 \in \text{int}\, conv\{x_{10}, x_{20}, ...x_{m0}\} / -y_0, O \in \text{int conv}\{x_{10} - y_0, ..., x_{m0} - y_0\} / : |x_{10} - y_0|$$

$$O \in \text{int}\, conv\{\xi_{10}, ..., x_{m0} - y_0\}, ..., O \in \text{intconv}\{\xi_{10}, \xi_{20} ..., \xi_{m0}\}$$

Quyidagi ta’rif (11) ga ekvivalent :

$$\delta = \max\{r : r\rho \subset \Delta\} \succ 0, \Delta \neq 0, \Delta = \text{int}\, conv\{\xi_{10}, \xi_{20}, ...\xi_{m0}\} \qquad (12)$$



(3-chizma)

(11) va (12) dan $\exists i$ indeksli quvlovchi mavjudki , har bir t da quyidagi

$$\max_i \langle P, \xi_{i0} \rangle \geq \delta \succ 0 \qquad (13)$$

munosabat o‘rinli. (11) - (13) munosabatlardan foydalanib, tutish masalasini yechamiz. Buning uchun barcha r lar uchun

$$z_i(t) = x_t(t) - y(t) = z_{i0} - \int_0^t \lambda_i(v(s))ds\xi_{i0}$$

$$|z_i(t)| = \left| z_{i0} - \int_0^t \lambda_i(v(s))ds\xi_{i0} \right| = |z_{i0}| - \int_0^t \lambda_i(v(s))ds$$

$$\sum_{i=1}^m |z_i(t)| = \sum_{i=1}^m |z_{i0}| - \sum_{i=1}^m \int_0^t \lambda_i(v(s))ds = \sum_{i=1}^m |z_{io}(t)| - \int_0^t \sum_{i=1}^m \lambda_i(v(s))ds$$

$$\min_{v(\cdot)\in G} \int_0^t f(v(s),\rho)ds = \int_0^t \min_{v(\cdot)\in G} f(v(s),\rho)ds \Rightarrow \sum_{i=1}^m |z_i(t)| = \sum_{i=1}^m |z_{i0}| - \int_0^t \min_{|v|\leq 1} \sum_{i=1}^m \lambda_i |v| ds =$$

$$= \sum_{i=1}^m |z_{i0}| - t \min_{|v|\leq 1} \sum_{i=1}^m \lambda_i(v) \Rightarrow \min(f(v)+g(v)) * \min_{|v|\leq 1} f(v) + \min_{|v|\leq 1} g(v)$$

* ni o‘rniga to‘g‘ri munosabatni aniqlash

$\min_{|v|\in G}(f(v)+g(v)) \geq \min_{|v|\in G} f(v) + \min_{|v|\in G} g(v)$ ga ko‘ra $\exists i$ mavjudki $\langle v, \xi_{i0} \rangle \succ 0$ bo‘ladi. Agar qochuvchi eng katta tezlikda yursa , ya’ni $|v| = 1$ bo‘lsa. U holda quyidagiga ega bo‘lamiz

$$\lambda_i(v) = \langle v, \xi_{i0} \rangle + |\langle v, \xi_{i0} \rangle| = 2\max\{0, \langle v, \xi_{i0} \rangle\} = \max\{0, 2\langle v, \xi_{i0} \rangle\} \Rightarrow \sum_{i=1}^m |z_{i0}| - 2t \min_{|v|\leq 1} \sum_{i=1}^m \max\{0, \langle v, \xi_{i0} \rangle\}$$

(13) ga ko‘ra

$$\max\{0, \langle v, \xi_{i0} \rangle\} \geq \delta \Rightarrow \sum_{i=1}^m |z_{i0}| - 2t\delta = 0 \Rightarrow T = \frac{\sum |z_{i0}|}{2\delta}$$

XULOSA

Ko‘p ishtirokchili differensial o‘yinlarda tutish masalasi geometrik talqinda o‘yinchilarning strategiyalari va ularning o‘zaro ta'sirlarini o‘rganish orqali ko‘plab muammolarni hal qilishda qo‘llaniladi. Bunda geometrik ko‘rinishlar va optimizatsiya masalalari muhim rol o‘ynaydi. Ko‘p ishtirokchili differensial o‘yinlar, iqtisodiy, ekologik va strategik masalalarni tahlil qilishda qo‘llaniladigan murakkab modellardir. Ko‘p ishtirokchili differensial o‘yinlar real hayotdagi murakkab vaziyatlarni tahlil qilishda juda foydali. Ular o‘zaro ta'sirlar, strategiyalar va resurslarni taqsimlashni chuqur tushunishga yordam beradi. Bu o‘yinlar nafaqat iqtisodiyotda, balki ekologiya, harbiy strategiya va boshqa ko‘plab sohalarda qo‘llaniladi. Ularning tahlili orqali optimal qarorlar qabul qilish va resurslardan samarali foydalanish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. **Theory of Games and Economic Behavior" - John von Neumann va Oskar Morgenstern**
   - O‘yinlar nazariyasining asoschilari tomonidan yozilgan bu kitob iqtisodiyot va o‘yinlar nazariyasi o‘rtasidagi bog‘lanishni taqdim etadi.
2. **"An Introduction to Game Theory" - Martin J. Osborne**
   - Ushbu kitob nazariyani tushunish uchun aniq va sodda tushuntirishlar bilan to‘ldirilgan.
3. **"Game Theory: An Introduction" - Steven Tadelis**
   - Bu kitob o‘yinlar nazariyasining asosiy tamoyillari va tushunchalarini qamrab oladi, shuningdek, amaliy misollar bilan ta'minlaydi.
4. **"Game Theory for Applied Economists" - Robert Gibbons**
   - O‘yinlar nazariyasining iqtisodiy qo‘llanilishini tushunish uchun foydali qo‘llanma.
5. **"A Course in Game Theory" - Martin J. Osborne va Ariel Rubinstein**
   - Ushbu kitob o‘yinlar nazariyasining chuqur va nazariy jihatlarini o‘z ichiga oladi, hamda matematik asoslarini taqdim etadi.

Maqolalar

1. **Nash, J. (1950). "Equilibrium Points in N-Person Games."**
   - John Nash tomonidan yozilgan ushbu maqola Nash muvozanati tushunchasini kiritdi va o‘yinlar nazariyasiga katta ta'sir ko‘rsatdi.
2. **Harsanyi, J. C. (1967). "Games with Incomplete Information Played by ‘Bayesian’ Players."**
   - Ushbu maqola, noaniqlik va axborot nazariyasini o‘yinlar nazariyasiga kiritadi.
3. **Myerson, R. (1991). "Game Theory: Analysis of Conflict."**
   - Ushbu maqola konflikt va o‘yinlarni tahlil qilishda qo‘llaniladigan nazariyalar bilan tanishtiradi.