دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی کامپیوتر

گزارش پروژه اول

تاب‌آوری راهبردی تحت عدم‌قطعیت

درس: نظریه بازی‌ها

استاد: دکتر سمیرا حسین‌قربان

دانشجو: ایلیا یزدانی

تابستان ۱۴۰۵

فهرست مطالب

۱ مقدمه: فهم مدل **۲**

۲ تحلیل نظری **۳**

۱.۲ تحلیل تصمیم ادامه یا خروج ۳
۲.۲ تحلیل هزینه مؤثر ۵
۳.۲ تحلیل باورها و اطلاعات ناقص ۶
۴.۲ تحلیل سیگنال‌دهی پرهزینه ۸
۵.۲ تحلیل تعارض اعتبار و انعطاف‌پذیری ۹
۶.۲ تحلیل ارزش خروج ۱۰
۷.۲ تحلیل تعادلی ۱۱
۸.۲ گزاره تحلیلی ۱۱

۳ پیاده‌سازی (انشاالله خالی بماند) **۱۱**

۴ تفسیر نتایج **۱۱**

۵ محدودیت‌های مدل **۱۱**

۱ مقدمه: فهم مدل

در این بخش، اجزای اصلی این مدل را بررسی می‌کنیم:

- **بازیگران اصلی:** دو بازیکن در این بازی حضور دارند. ایران که با I نمایش داده می‌شود و آمریکا که با U نمایش می‌دهیم.

- **نوع خصوصی هر بازیکن:** هر بازیکن i یک نوع ساختاری خصوصی به صورت $\theta_i = (\bar{\rho}_i, \bar{m}_i)$ دارد که در آغاز بازی تعیین می‌شود و در طول بازی ثابت می‌ماند؛ $\bar{\rho}_i$ عزم پایه و $\bar{m}_i$ ظرفیت پایه مدیریت هزینه است. باور پیشین درباره نوع هر بازیکن نیز با $p_i(\theta_i)$ نمایش داده می‌شود.

- **مفهوم تاب‌آوری و تفاوت آن برای دو طرف:** تاب‌آوری با e_i^t نمایش داده می‌شود؛ متغیری پنهان و پویا که سطح تاب‌آوری بازیکن در مرحله t است و از نوع ساختاری سرچشمه می‌گیرد ($e_i^0 = e_i^0(\theta_i)$). برای ایران، تاب‌آوری یعنی جذب فشار خارجی بدون آن‌که این فشار به بی‌ثباتی داخلی تبدیل شود (مدیریت تحریم‌ها، حفظ نظم داخلی و انسجام نخبگان)؛ و برای آمریکا، یعنی تداوم فشار بر ایران بدون خستگی داخلی، انزوای دیپلماتیک، گسترش بیش‌ازحد نظامی یا تشدیدِ مهارنشدنی تنش.

- **اقدامات و سیگنال‌ها:** اقدام کامل بازیکن i در مرحله t برابر است با $a_i^t = (\sigma_i^t, d_i^t)$. مؤلفه σ_i^t بخش سیگنالیِ مشاهده‌پذیر اقدام است (وضعیت نظامی، پیام دیپلماتیک، خویشتنداری، تشدید تنش، تعهد عمومی یا عملکرد زیر فشار). تاریخ عمومی اقدامات مشاهده‌شده با h^t و مجموعه بازیگران فعال با $M(h^t)$ نمایش داده می‌شوند؛ به‌گونه‌ای که بسته به تاریخ، گاهی یک بازیکن زودتر حرکت می‌کند و گاهی هر دو هم‌زمان.

- **تصمیم ادامه یا خروج:** مؤلفه $d_i^t \in \{C, E\}$ تصمیم ادامه است:
  - ادامه تقابل (C)
  - خروج/کاهش تنش/مصالحه/تغییر راهبرد (E).

  زمان توقف هر بازیکن نیز به‌صورت $\tau_i = \inf\{t : d_i^t = E\}$ تعریف می‌شود.

- **هزینه مؤثر ادامه:** هزینه جاری مؤثر ادامه تقابل برابر است با:

$$g_i(t, h^t; \theta_i, e_i^t) = \frac{c_i(t, h^t) + a_i^{aud}(t, h^t) + r_i(t, h^t)}{m_i^t}$$

  که در آن c_i هزینه مادی-اقتصادی، a_i^{aud} هزینه مخاطب داخلی و r_i هزینه ریسک تشدید است؛ مخرج کسر، m_i^t، ظرفیت جاری مدیریت هزینه است که توان جذب، توزیع و مدیریت سیاسی هزینه‌های خام را می‌سنجد. هزینه مؤثر انباشته تا مرحله t نیز با $G_i(t; \cdot)$ نمایش داده می‌شود. نکته کلیدی این است که سطح یکسانی از فشار خام، بسته به ظرفیت مدیریت هزینه، هزینه مؤثر متفاوتی تولید می‌کند.

- **هزینه سیگنال‌دهی:** سیگنال‌ها پرهزینه‌اند و هزینه آن‌ها برابر است با:

$$\varphi_i(\sigma_i^s; \theta_i, e_i^s, h^s) = \varphi_i^{prod} + \varphi_i^{commit}$$

یعنی هزینه تولید و نگهد سیگنال به‌علاوه هزینه تعهد و مخاطب. سیگنال قوی‌تر پرهزینه‌تر است، اما برای بازیکنی با تاب‌آوری، عزم یا ظرفیت مدیریت بیشتر، کم‌هزینه‌تر است.

- **ارزش ادامه دادن تا عقب‌نشینی طرف مقابل:** اگر بازیکن تا خروج حریف در بازی بماند، ارزش $B_i(e_i^t, \theta_i)$ را کسب می‌کند که در تاب‌آوری جاری و عزم پایه صعودی است.

- **ارزش خروج، مصالحه یا کاهش تنش:** ارزش خروج با $X_i(t, h^t)$ نمایش داده می‌شود و پویاست، یعنی به تاریخ عمومی بستگی دارد. خروج لزوماً به معنای شکست نیست؛ می‌تواند مصالحه، آتش‌بس یا تغییر راهبرد باشد.

- **باورها و به‌روزرسانی آن‌ها:** باور پسین بازیکن j درباره نوع و تاب‌آوری جاری حریف با $\mu_j^t(\theta_i, e_i^t \mid h^t)$ نمایش داده می‌شود. چون تاب‌آوری مستقیم مشاهده نمی‌شود، هر طرف آن را از اقدامات، سیگنال‌ها و عملکرد طرف مقابل زیر فشار استنتاج می‌کند و در صورت امکان با قاعده بیز به‌روزرسانی می‌کند؛ از این رو، این تقابل نه‌فقط یک مسابقه فشار مادی، بلکه یک مسابقه تفسیر است.

در نهایت، مطلوبیت تحقق‌یافته هر بازیکن (u_i) ترکیب همین اجزاست: اگر بازیکن حریف را وادار به عقب‌نشینی کند ($\tau_i > \tau_j$) ارزش B_i و اگر زودتر (یا هم‌زمان) خارج شود ارزش X_i را دریافت می‌کند؛ اما در هر دو حالت، هزینه‌های مؤثر انباشته G_i و هزینه‌های سیگنال‌دهی را تا لحظه توقف می‌پردازد. بنابراین تصمیم مرکزی در هر مرحله این است که آیا ارزش انتظاری ادامه از ارزش خروج بیشتر است یا نه، و تقابل تا زمانی تداوم می‌یابد که هر دو طرف ادامه را بر خروج ترجیح دهند.

۲ تحلیل نظری

۱.۲ تحلیل تصمیم ادامه یا خروج

در این بخش نشان می‌دهیم که چگونه منطق بازی تقابل فرسایشی[1] از مدل داده‌شده استخراج می‌شود. در هر مرحله t، هر بازیکن فعال $i \in M(h^t)$ پس از مشاهده تاریخ عمومی h^t، با دو گزینه کلی روبه‌روست:

- **ادامه تقابل:** $d_i^t = C$؛ یعنی ماندن در تقابل و پذیرفتن هزینه‌های مؤثر و سیگنال‌دهی در آن مرحله؛

- **خروج:** $d_i^t = E$؛ یعنی بسته به تاریخ، خروج، کاهش تنش، مصالحه، آتش‌بس یا تغییر راهبرد، که ارزش خروج $X_i(t, h^t)$ را تحقق می‌بخشد.

چون بازی چندمرحله‌ای با اقدامات مشاهده‌شده و اطلاعات ناقص است، این تصمیم باید عقلانی باشد: پس از هر تاریخ عمومی، انتخاب بازیکن باید با توجه به باورش درباره نوع و تاب‌آوری حریف، یعنی $\mu_i^t(\theta_j, e_j^t \mid h^t)$، بهینه باشد.

شرط عقلانیت برای ادامه

فرض کنید بازیکن i در مرحله t ماندن در بازی را در نظر می‌گیرد. پیامد نهایی او به مقایسه زمان توقف خودش $\tau_i = \inf\{t : d_i^t = E\}$ با زمان توقف حریف τ_j بستگی دارد: اگر $\tau_i > \tau_j$، ارزش عقب‌نشینی حریف $B_i(e_i^{\tau_j}, \theta_i)$ را می‌گیرد و اگر $\tau_i \leq \tau_j$، ارزش خروج $X_i(\tau_i, h^{\tau_i})$ را؛ و در هر دو حالت، هزینه‌های مؤثر و سیگنال‌دهی انباشته تا پایان بازی از آن کسر می‌شود. بنابراین ارزش مورد انتظار ادامه برابر است با:

[1] Attrition of War

$$
\begin{aligned}
V_i^C(t,h^t) = \mathbb{E}\Big[& \\
& B_i(e_i^{\tau_j},\theta_i)\,\mathbf{1}_{\tau_i>\tau_j} \\
& + X_i(\tau_i,h^{\tau_i})\,\mathbf{1}_{\tau_i\le\tau_j} \\
& - \sum_{s=t+1}^{\tau} g_i(s,h^s;\theta_i,e_i^s) \\
& - \sum_{s=t+1}^{\tau} \varphi_i(\sigma_i^s;\theta_i,e_i^s,h^s) \\
& \Big|\; h^t,\theta_i,e_i^t,\mu_i^t\Big],
\end{aligned}
$$

که در آن $\tau = \min\{\tau_i,\tau_j\}$ افق هزینه‌پردازی است و انتظار بر اساس باور بازیکن درباره نوع، تاب‌آوری و بازی آینده حریف (و در نتیجه درباره τ_j) گرفته می‌شود. توجه کنید که $\mathbf{1}_p$ اگر اتفاق p رخ دهد برابر یک، وگرنه 0 می شود.

از سوی دیگر، اگر بازیکن در همین مرحله خارج شود،

$$
V_i^E(t,h^t) = X_i(t,h^t).
$$

توجه کنید که هزینه مؤثر انباشته $G_i(t;\cdot)$ و هزینه‌های سیگنال‌دهی $\sum_{s=0}^{t}\varphi_i(\sigma_i^s)$ تا مرحله t در هر دو شاخه به‌طور یکسان ظاهر می‌شوند و لذا از مقایسه حذف شده‌اند؛ گذشته، تنها از طریق تاریخ عمومی h^t، ارزش خروج پویا و باورهای به‌روزشده بر تصمیم جاری اثر می‌گذارد. بنابراین، ادامه زمانی انتخاب می‌شود که منفعت مورد انتظار از ماندن در بازی، پس از کسر هزینه‌های مؤثر و هزینه‌های سیگنال‌دهی، از ارزش خروج بیشتر باشد:

$$
d_i^t = C \quad \Longleftrightarrow \quad V_i^C(t,h^t) \;\ge\; X_i(t,h^t). \tag{۱}
$$

این همان منطق جنگ فرسایشی است که در این مدل نهفته است؛ هر بازیکن تا زمانی در مسابقه پرهزینه می‌ماند که ارزش انتظاری پیشی‌گرفتن بر حریف از ارزش ترک بازی بیشتر باشد؛ با این تفاوت که در اینجا هزینه‌ها نه خام بلکه مؤثر اند (بر ظرفیت مدیریت هزینه m_i^t تقسیم می‌شوند)، ارزش خروج نه عددی ثابت بلکه وابسته به تاریخ است.

از نامساوی (۱) روشن می‌شود که چه عواملی ادامه را محتمل‌تر می‌کنند:

- احتمال ذهنی بالاترِ خروج زودهنگام حریف (یعنی μ_i^t احتمال بیشتری به e_j^t یا $\bar{\rho}_j$ پایین بدهد)، که عبارت B_i را بالا می‌برد؛
- ظرفیت مدیریت هزینه بالاتر m_i^t، که هزینه جاری مؤثر g_i را کوچک و انتظار را ارزان می‌کند؛
- تاب‌آوری جاری e_i^t و عزم پایه $\bar{\rho}_i$ بالاتر، که B_i را افزایش می‌دهند؛
- سرانجام، ارزش خروج جاری $X_i(t,h^t)$ پایین‌تر.

چرا یک بازیکن ممکن است با وجود هزینه‌بر بودن، ادامه دهد؟

بر اساس همان نامساوی، مدل نشان می‌دهد که ادامه پرهزینه لزوماً رفتار غیرعقلانی نیست، و گاهی هزینه خروج از ادامه‌دادن پرهزینه‌تر می‌شود. دلایل اصلی این موضوع در این مدل عبارتند از:

۱. **در دسترس‌نبودن سیاسیِ خروج.** اگر هزینه مخاطب داخلی، مصالحه یا کاهش تنش را تحقیرآمیز یا ناممکن کرده باشد و هیچ مسیری با حفظ‌آبرو، میانجیگری معتبر یا گام متقابلی وجود نداشته باشد، $X_i(t, h^t)$ بسیار پایین می‌آید؛ در این حالت حتی با هزینه مؤثر بالا، نامساوی (۱) برقرار می‌ماند: بازیکن نه به این دلیل ادامه می‌دهد که پیروزی محتمل است، بلکه به این دلیل که خروج از نظر سیاسی پرهزینه‌تر است.

۲. **انتظار خروج پیش‌تر حریف.** حتی اگر هزینه جاری g_i بالا باشد، چنانچه بازیکن باور داشته‌باشد دشمنش به انتهای تاب‌آوری خودش نزدیک شده و به زودی از بازی خارج می‌شود، آنگاه طبق منطق بازی فرسایشی ماندن در بازی در نهایت سودمندتر خواهد بود.

۳. **خودِ ادامه، یک سیگنال است.** چون تاب‌آوری مستقیم مشاهده نمی‌شود، حریف آن را از رفتار استنتاج می‌کند؛ خروج پس از سیگنال‌های پرهزینه، تاب‌آوری پایین را آشکار می‌کند و اعتبار سرمایه‌گذاری‌شده را از بین می‌برد، اما ادامه، باور حریف به تاب‌آوری بالا را حفظ می‌کند و می‌تواند او را به خروج زودتر وادارد؛ یعنی انتخاب $d_i^t = C$ بر باور آینده حریف μ_j^{t+1} و در نتیجه توزیع τ_j اثر می‌گذارد.

۴. **شکاف هزینه خام و هزینه مؤثر.** فشار خام (تحریم، فشار نظامی و مانند آن) ممکن است زیاد باشد، اما اگر m_i^t بالا باشد، هزینه مؤثر g_i قابل‌مدیریت می‌ماند؛ بنابراین ادامه‌ای که از بیرون پرهزینه دیده می‌شود، برای خود بازیکن عقلانی است.

در نهایت توجه کنید که تقابل تا زمانی تداوم می‌یابد که هر دو بازیکن ادامه را بر خروج ترجیح دهند؛ از این رو، بن‌بست طولانی و پرهزینه نه نشانه رفتار غیرعقلانی، بلکه می‌تواند بر مسیر تعادلی یک بازی فرسایشی با اطلاعات ناقص باشد.

۲.۲ تحلیل هزینه مؤثر

هزینه ادامه تقابل در این مدل تنها هزینه خام نیست، آنچه بر تصمیم ادامه یا خروج اثر می‌گذارد هزینه مؤثر است و هزینه مؤثر به ظرفیت مدیریت هزینه نیز بستگی دارد:

$$g_i(t, h^t; \theta_i, e_i^t) = \frac{c_i(t, h^t) + a_i^{aud}(t, h^t) + r_i(t, h^t)}{m_i^t}, \quad m_i^t = m_i(\theta_i, e_i^t, h^t) > 0. \tag{۲}$$

صورت کسر سه جزء اصلی دارد: هزینه مادی و اقتصادی c_i، هزینه سیاسی و اجتماعی داخلی a_i^{aud}، و هزینه ریسک تشدید و از دست رفتن کنترل بحران r_i. اما این هزینه‌ها پیش از ورود به تصمیم‌گیری بر ظرفیت مدیریت هزینه m_i^t تقسیم می‌شوند؛ بنابراین دو طرف که با فشار خام مشابهی روبه‌رویند، لزوماً هزینه مؤثر مشابهی تجربه نمی‌کنند. حال چهار پرسش تحلیلی مطرح شده را بررسی می‌کنیم:

اثر افزایش هزینه خام بر تصمیم ادامه:

افزایش هزینه خام (تحریم شدیدتر، استقرار نظامی بیشتر و ...) جریان هزینه مؤثر g_i را بالا می‌برد، ارزش ادامه V_i^C را کاهش می‌دهد و نامساوی (۱) را به سمت خروج متمایل می‌کند. اما چون $\partial g_i/\partial c_i = 1/m_i^t$، شدت این اثر به ظرفیت مدیریت هزینه بستگی دارد: همان افزایش فشار خام برای بازیکنی با m_i^t بالاتر، اثر بسیار کوچک‌تری بر تصمیم ادامه دارد.

اثر افزایش ظرفیت مدیریت هزینه:

چون $\partial g_i/\partial m_i^t < 0$، افزایش m_i^t هر سه جزء هزینه خام را به بار مؤثر کمتری تبدیل می‌کند؛ انتظار کم‌هزینه‌تر می‌شود و ادامه دادن محتمل‌تر. افزون بر این، طبق بخش سیگنال‌دهی مدل، $\partial\varphi_i/\partial\bar{m}_i < 0$؛ یعنی ظرفیت بالاتر، سیگنال عزم را نیز ارزان‌تر و معتبرتر می‌کند. در نتیجه، افزایش مدیریت هزینه هم بر ادامه دادن و هم سیگنال‌دهی اثر مثبت دارد.

چرا فشار خارجی لزوماً به کاهش تاب‌آوری نمی‌انجامد؟

زیرا تاب‌آوری معادل تحمل درد خام نیست؛ فشار تنها وقتی تاب‌آوری e_i^t را فرسایش می‌دهد که به هزینه‌های داخلی غیرقابل‌مدیریت تبدیل شود. اگر m_i^t بالا بماند، مخرج بزرگ کسر رابطه (۲) افزایش صورت را خنثی می‌کند و هزینه مؤثر قابل‌مدیریت می‌ماند؛ حتی عملکرد موفق زیر فشار، باور حریف μ_j^t درباره تاب‌آوری را به نفع بازیکن نگه می‌دارد. پس فشار خارجی بدون شکاف در مدیریت داخلی، لزوماً باعث کاهش تاب‌آوری و نزدیک شدن بازیکن به خروج نمی‌شود.

چرا ضعف در مدیریت داخلی هزینه، اعتبار تاب‌آوری را کاهش می‌دهد؟

ضعف مدیریتی (بی‌ثباتی اقتصادی، نارضایتی عمومی، شکاف نخبگان) هم a_i^{aud} و هم g_i را بالا می‌برد و هم برای حریف مشاهده‌پذیر است؛ حریف از این عملکرد، باور $\mu_j^t(\theta_i, e_i^t \mid h^t)$ را به سمت نوع‌های ضعیف به‌روزرسانی می‌کند و به خروج حریف در زمان نزدیک باور پیدا می‌کند. در نتیجه سیگنال‌های عزم او دیگر باورپذیر نخواهند بود و حریف ترغیب می‌شود فشار را ادامه دهد. بنابراین ضعف مدیریتی داخلی نه تنها تاب‌آوری راهبردی را کاهش می‌دهد، بلکه ادامه دادن را نیز پرهزینه می‌کند.

بنابراین، در این مدل فشار به‌خودی‌خود مزیت راهبردی تولید نمی‌کند؛ اثر آن همیشه از فیلتر ظرفیت مدیریت هزینه عبور می‌کند و دو طرف با فشار خام مشابه می‌توانند هزینه‌های مؤثر بسیار متفاوتی تجربه کنند.

۳.۲ تحلیل باورها و اطلاعات ناقص

در این مدل، هر بازیکن نوع ساختاری حریف $\theta_i = (\bar{\rho}_i, \bar{m}_i)$، سطح تاب‌آوری جاری e_i^t و هزینه‌های واقعی او (c_i، a_i^{aud}، r_i و m_i^t) را به‌طور کامل مشاهده نمی‌کند؛ آنچه مشاهده می‌شود تنها تاریخ عمومی اقدامات h^t است. از این رو، تصمیم‌گیری بر اساس باور پسین $\mu_j^t(\theta_i, e_i^t \mid h^t)$ انجام می‌شود و تقابل، علاوه بر یک مسابقه فشار، یک مسابقه تفسیر است.

هر بازیکن درباره چه چیزی عدم قطعیت دارد؟

هر بازیکن ساختار بازی، توزیع پیشین $p_i(\theta_i)$ و تاریخ عمومی h^t — یعنی سیگنال‌ها، تصمیم‌ها و عملکرد مشاهده‌پذیر حریف — را می‌داند؛ اما نوع خصوصی حریف (عزم پایه و ظرفیت پایه مدیریت هزینه)، تاب‌آوری پنهان e_i^t و هزینه‌های واقعی او مشاهده‌پذیر نیستند. بنابراین هیچ‌یک از دو طرف قدرت واقعی حریف را نمی‌داند و هر دو بر پایه برآورد ذهنی از تاب‌آوری طرف مقابل تصمیم می‌گیرند. هر چند این باورها در طول بازی براساس داده‌ها و سیگنال‌ها به‌روز می‌شوند اما هیچ‌گاه با قطعیت به دست نخواهند آمد.

چگونه مشاهده اقدامات گذشته، باورها را تغییر می‌دهد؟

چون اقدامات پرهزینه‌اند و هزینه آن‌ها به نوع بازیکن بستگی دارد، حاوی اطلاعات‌اند. پس از مشاهده اقدام a_i^t، باور با قاعده بیز به‌روزرسانی می‌شود:

$$\mu_j^{t+1}(\theta_i, e_i^t \mid h^{t+1}) \propto s_i^t(a_i^t \mid h^t, \theta_i, e_i^t)\, \mu_j^t(\theta_i, e_i^t \mid h^t).$$

برای مثال تاریخ بازیی که زیر نوع قوی (تاب‌آوری بالاتر و مدیریت هزینه بیشتر) محتمل‌تر است، احتمال ذهنی قوی بودن رقیب را بالا می‌برد: جذب فشار بدون بی‌ثباتی آشکار، باور به تاب‌آوری بالا را تقویت می‌کند همانطورکه بی‌ثباتی داخلی، عقب‌نشینی شتاب‌زده یا سیگنال‌های ارزان، آن را تضعیف می‌کند.

چرا ادامه دادن یک طرف می‌تواند به‌عنوان سیگنال تاب‌آوری تفسیر شود؟

ماندن در بازی پرهزینه است؛ بازیکنِ ادامه‌دهنده جریان هزینه مؤثر g_i را می‌پردازد و ارزش خروج X_i را رها می‌کند. نوع ضعیف (تاب‌آوری یا ظرفیت مدیریت پایین) ادامه را پرهزینه‌تر می‌یابد و زودتر خروج را ترجیح می‌دهد؛ پس انتخاب $d_i^t = C$ از نوع قوی محتمل‌تر است و به‌دلیل شرط $\partial^2\varphi_i/\partial\sigma_i^s\,\partial e_i^s < 0$، تقلید آن برای نوع ضعیف پرهزینه خواهد بود. از این رو، خودِ ادامه دادن یک سیگنال پرهزینه و تا حدی اطلاع‌رسان از تاب‌آوری بالا است.

چرا عقب‌نشینی نکردن همیشه به معنای قدرت واقعی نیست؟

همانطور که در بخش اول بررسی کردیم ادامه دادن بازی ممکن است دلایل دیگری داشته باشد؛ اگر هزینه مخاطب داخلی یا تعهدهای گذشته، $X_i(t, h^t)$ را بسیار پایین آورده باشند، حتی بازیکن ضعیف هم ادامه می‌دهد . افزون بر این، در تعادل‌های ترکیبی یا نیمه‌جداکننده، نوع ضعیف گاهی سیگنال قوی می‌فرستد تا در باور حریف قوی به نظر برسد. پس عقب‌نشینی نکردن تنها یک نشانه ناقص است و می‌تواند هم نشاندهنده قدرت واقعی باشد، هم گرفتاری سیاسی یا بلوف.

چگونه ممکن است باور اشتباه درباره حریف باعث خطا شود؟

باورها از سیگنال‌های ناقص برمی‌آیند و می‌توانند به‌طور سیستماتیک خطا کنند. دست‌کم‌گرفتن تاب‌آوری حریف باعث می‌شود بازیکن انتظار خروج زودتر حریف را بکشد و تقابلی پرهزینه‌تر و طولانی‌تر از انتظار تحمل کند؛ دست‌بالاگرفتن آن نیز می‌تواند به احتیاط بیش‌ازحد، امتیازدهی ناروا یا بازدارندگی کاذب بینجامد و به حریف ضعیف اجازه دهد با بلوف اعتبار کسب کند و نتیجه بهتری بگیرد. به‌عبارت دیگر، هر دو خطای «ادامه بیش‌ازحد» و «عقب‌نشینی زودرس» می‌توانند ریشه در باور اشتباه درباره e_i^t و θ_i داشته باشند.

یک مثال ساده از به‌روزرسانی باور

فرض کنید بازیکن j دو نوع برای حریف در نظر می‌گیرد: قوی (H) و ضعیف (L)، با احتمال پیشین برابر $\mu_j^t(H) = \mu_j^t(L) = 0.5$. فرض کنید احتمال مشاهده «ادامه تقابل زیر فشار» برای نوع قوی 0.9 و برای نوع ضعیف 0.4 باشد، چون ادامه برای نوع قوی ارزان‌تر است. با مشاهده ادامه، باور طبق قاعده بیز به

$$\mu_j^{t+1}(H \mid C) = \frac{0.9 \times 0.5}{0.9 \times 0.5 + 0.4 \times 0.5} = \frac{0.9}{1.3} \approx 0.69$$

می‌رسد؛ یعنی صرف مشاهده یک اقدام، احتمال ذهنی قوی‌بودن حریف از 0.5 به حدود 0.69 افزایش می‌یابد. تکرار همین فرایند در طول زمان، تصویر ذهنی هر طرف از تاب‌آوری طرف مقابل را می‌سازد و نشان می‌دهد چرا تقابل پیش از آن‌که مسابقه توان مادی باشد، مسابقه تحلیل و تفسیر است.

۴.۲ تحلیل سیگنال‌دهی پرهزینه

در این مدل، جزء مشاهده‌پذیر اقدام، یعنی σ_i^t وضعیت نظامی، پیام دیپلماتیک، خویشتنداری، تشدید تنش، تعهد عمومی یا عملکرد زیرفشار نه‌تنها پیامد مادی دارد بلکه حامل اطلاعات نیز هست و می‌تواند نشان دهد که بازیکن تاب‌آوری، عزم یا ظرفیت مدیریت هزینه بالایی دارد. همچنین می‌دانیم:

$$\varphi_i(\sigma_i^s; \theta_i, e_i^s, h^s) = \varphi_i^{prod}(\cdot) + \varphi_i^{commit}(\cdot)$$

که φ_i^{prod} هزینه تولید سیگنال و φ_i^{commit} هزینه تعهد و مخاطبی است که از عمومی‌شدن سیگنال ایجاد می‌شود. اکنون به سوالات مطرح شده پاسخ می‌دهیم:

چرا سیگنال بدون هزینه است ممکن است معتبر نباشد؟

هر دو بازیکن انگیزه دارند قوی‌تر و مصمم‌تر از آنچه هستند به نظر برسند. ازآنجایی که سیگنال بدون هزینه را هر نوعی می‌تواند با هزینه صفر تولید کند پس چنین سیگنالی حامل اطلاعات نیست و چون حریف نیز این را می‌داند، باور μ_j^t خود را تغییر نمی‌دهد. اعتبار تنها زمانی شکل می‌گیرد که ارسال سیگنال هزینه واقعی و وابسته به نوع و تاریخچه رویارویی داشته باشد؛ تنها در این صورت سینگال روی باور حریف ممکن است اثر بگذارد.

چرا سیگنال قوی برای نوع ضعیف پرهزینه‌تر است؟

چون هزینه سیگنال به نوع فرستنده بستگی دارد: با توجه به $\partial\varphi_i/\partial e_i^s < 0$ و $\partial\varphi_i/\partial\bar{m}_i < 0$، همان سیگنال بر بازیکنی با تاب‌آوری یا ظرفیت مدیریت پایین‌تر، بار سنگین‌تری تحمیل می‌کند. حفظ آمادگی نظامی بالا، جذب فشار بدون بی‌ثباتی آشکار، یا پایبندی به تعهد عمومی به منابع، ثبات داخلی و کنترل بحران نیاز دارد که در واقع نوع ضعیف آن‌ها را کمتر در اختیار دارد؛ پس هم سطح هزینه سیگنال و هم رشد آن با قدرت سیگنال برای او بیشتر است.

چگونه شرط تک‌عبوری باعث می‌شود سیگنال قوی اطلاعاتی شود؟

شرط تک‌عبوری[۲]

$$\frac{\partial^2 \varphi_i}{\partial \sigma_i^s \, \partial e_i^s} < 0,$$

می‌گوید هزینه نهایی افزایش قدرت سیگنال در تاب‌آوری نزولی است. بنابراین هرچه سیگنال قوی‌تر شود، شکاف هزینه بین نوع ضعیف و قوی بازتر می‌شود تا جایی که ارسال آن تنها برای نوع بالا صرفه دارد؛ در تعادل جداکننده، نوع قوی سیگنال قوی و نوع ضعیف سیگنال ضعیف‌تر انتخاب می‌کند، چون برای ضعیف هزینه تقلید از منفعتِ باورِ مطلوب حریف بیشتر است. در نتیجه، مشاهده سیگنال قوی باور μ_j^t را به نفع تاب‌آوری بالا به‌روزرسانی می‌کند و سیگنال اطلاعاتی می‌شود.

چه تفاوتی میان سیگنال واقعی و بلوف وجود دارد؟

سیگنال واقعی را نوعی می‌فرستد که تاب‌آوری و ظرفیت مدیریت واقعی‌اش سیگنال را مقرون‌به‌صرفه و پایدار می‌کند؛ چنین سیگنالی با عملکرد زیر فشار پشتیبانی و در طول زمان تکرار می‌شود، تا آن‌که باورها به نوع واقعی همگرا شوند. بلوف اما ارسال گاه‌به‌گاه سیگنال قوی توسط نوع ضعیف (در تعادل تجمیعی یا ترکیبی) برای دستکاری باور حریف است؛ چون ساختار هزینه او متفاوت است، بلوف پرهزینه و ناپایدار است و به‌مرور، بی‌ثباتی آشکار یا ناتوانی در حفظ موضع، نوع فرستنده را آشکار

[۲] single-crossing

می‌کند و باور حریف بازمی‌گردد. بلوف سوار بر خطای موقتی باور است، اما سیگنال واقعی با نوع فرستنده سازگار و در مسیر تعادلی پایدار است.

چرا تقلید سیگنال قوی برای نوع کم‌تاب‌آور دشوارتر است؟

زیرا تقلید یک اقدام لحظه‌ای نیست؛ نوع کم‌تاب‌آور باید سیگنال را در طول زمان نگهداری کند و هزینه مؤثر g_i بالاتری می‌پردازد و تاب‌آوری‌اش سریع‌تر فرسایش می‌یابد، بنابراین شکاف هزینه مرحله‌به‌مرحله انباشته می‌شود تا از منفعتِ باورِ مطلوب حریف بگذرد. افزون بر این، اگر نوع ضعیف سیگنال دست‌وپاگیری را تقلید کند، در تعهد خود گرفتار می‌شود (معامله اعتبار–انعطاف) و مسیر خروجش پرهزینه‌تر می‌شود. پس هرچه سیگنال قوی‌تر و افق تقابل طولانی‌تر باشد، تقلید آن برای نوع کم‌تاب‌آور دشوارتر است.

تمام این موارد نشان می‌دهند چرا سیگنال‌دهی در این مدل صرفا یک پیام نیست؛ سیگنال‌دهی درواقع اقدامی است که هزینه‌بر است و در روند تقابل تاثیر به‌سزایی دارد.

۵.۲ تحلیل تعارض اعتبار و انعطاف‌پذیری

در این مدل میان یک سیگنال قوی و معتبر، و انعطاف‌پذیری آینده تعارض وجود دارد. این دو اثر را می‌توان فشرده نوشت:

$$\frac{\partial \mu_j^t}{\partial \sigma_i^s} > 0, \quad \frac{\partial X_i(t, h^t)}{\partial \sigma_i^s} < 0;$$

یعنی سیگنال قوی‌تر، باور حریف به تاب‌آوری بالا را تقویت می‌کند (اثر اعتبار)، اما ارزش خروج را پایین می‌آورد (اثر انعطاف‌پذیری).

اکنون سوالات مطرح شده در دستورالعمل را بررسی می‌کنیم:

چرا قوی‌ترین سیگنال لزوماً بهترین سیگنال نیست؟

چون هر سیگنال دو اثر مخالف دارد: افزایش اعتبار و کاهش انعطاف. با قوی‌ترشدن سیگنال، منفعت نهایی اعتبار کم‌کم از هزینه نهاییِ از دست‌رفتن انعطاف کمتر می‌شود؛ تعهد عمومی، آمادگی نظامی بالا یا موضع حداکثری، هزینه مخاطب عقب‌نشینی و ریسک تشدید r_i را بالا می‌برند. مثلا سیگنالی که بی‌نهایت قوی باشد، تعهدی ایجاد می‌کند که هزینه خروج را بسیار زیاد می‌کند. بنابراین سیگنال بهینه لزوماً بیشینه نیست؛ سیگنالی بهینه است که به‌اندازه کافی قوی باشد تا معتبر بماند، و نه آن‌قدر قوی که بازیکن را در موضع خود گرفتار کند.

چه زمانی سیگنال قوی باعث گیر افتادن بازیکن در تهدیدات خودش می‌شود؟

وقتی جزء تعهدی سیگنال φ_i^{commit} بزرگ شود: تعهد عمومی یا موضع حداکثری، هزینه مخاطب داخلی عقب‌نشینی a_i^{aud} را چنان بالا می‌برد که $X_i(t, h^t)$ بسیار پایین می‌آید. در این حالت، حتی اگر ادامه از نظر راهبردی بهینه نباشد، خروج از نظر سیاسی پرهزینه‌تر است و بازیکن ادامه می‌دهد نه به‌خاطر بهینگی، بلکه به‌خاطر گرفتاری در تعهدات خودش. این همان هشدار مرکزی مدل است: قربانی‌کردن بیش‌ازحد انعطاف به پای اعتبار، ادامه را از انتخاب به اجبار تبدیل می‌کند.

چرا حفظ امکان خروج می‌تواند بخشی از راهبرد عقلانی باشد؟

چون تصمیم ادامه همیشه مقایسه $X_i(t, h^t)$ با $V_i^C(t, h^t)$ است؛ اگر مسیر خروج پذیرفتنی وجود نداشته باشد، بازیکن حتی زمانی که هزینه‌های انتظاری از منافع بیشتر شده‌اند نمی‌تواند متوقف شود و زیان انباشته می‌شود. حفظ امکان

خروج، ارزش گزینه‌ای توقف در برابر شوک‌ها و عدم قطعیت آینده را نگه می‌دارد. به همین دلیل، حفظ امکان خروج باعث تنوع گزینه‌ها در آینده می‌شود و می‌تواند بخش مهمی از راهبرد عقلانی باشد.

چگونه یک بازیکن می‌تواند هم معتبر باشد و هم مسیر خروج را کاملاً نبندد؟

با انتخاب سیگنال‌هایی که پرهزینه اما برگشت‌پذیرند یا دامنه تعهد را محدود می‌کنند: عملکرد زیر فشار (جذب هزینه بدون بی‌ثباتی آشکار) تاب‌آوری را نشان می‌دهد، بدون آن‌که تعهد حداکثری ایجاد کند؛ سیگنال باید به‌اندازه‌ای قوی باشد که شرط جداکنندگی برقرار بماند، نه بیشتر. هم‌زمان می‌توان ساختن مسیر خروج را به طرف ثالث یا فرایندهای دیپلماتیک سپرد تا اعتبار سیگنال حفظ شود اما خروجِ سیاسی در دسترس بماند. به‌عبارت دیگر، راهبرد بهینه در این مدل موازنه بین اعتبار و انعطاف هر سیگنال.

۶.۲ تحلیل ارزش خروج

همانطور که گفته شد، در این مدل لزوما خروج به معنی شکست نیست و می‌تواند اشکال دیگری داشته باشد. ارزش این گزینه را $X_i(t, h^t)$ نمایش می‌دهد و، برخلاف مدل‌های ساده، یک گزینه بیرونی ثابت نیست؛ بلکه مقداری پویا و وابسته به تاریخ عمومی است.

در ادامه به پرسش‌های مطرح شده در دستورالعمل پاسخ می‌دهیم:

چرا ارزش خروج وابسته به تاریخچه بازی است؟

چون معنای سیاسی خروج از خود تاریخچه ساخته می‌شود؛ تعهدات عمومی داده‌شده، سیگنال‌های فرستاده‌شده، هزینه‌های تحمل‌شده و انتظارات شکل‌گرفته در افکار عمومی تعیین می‌کنند که یک خروج مشخص «توافق معقول» تلقی شود یا «عقب‌نشینی تحقیرآمیز». به‌عبارت دیگر، همان اقدام خروج پس از تاریخ‌های مختلف پیامد سیاسی متفاوتی دارد؛ درواقع این تاریخچه بازی است که مشخص می‌کند که خروج صورت گرفته یک شکست کامل است، یا شکل‌های دیگر مانند تغییر راهبرد. به همین دلیل X_i تابعی از (t, h^t) است، نه یک عدد ثابت.

چرا در بعضی تاریخچه‌ها خروج آسان‌تر و در بعضی دشوارتر می‌شود؟

تاریخچه‌ای که در آن تعهد عمومی کمتری داده شده، سیگنال حداکثری فرستاده نشده و مسیر خروج با حفظ آبرو یا میانجیگری در دسترس است، ارزش خروج را بالا نگه می‌دارد و خروج آسان است. برعکس، تاریخچه‌ای انباشته از تعهدات عمومی، موضع‌های حداکثری و هزینه‌های سنگینِ دیده‌شده، عقب‌نشینی را پرهزینه می‌کند و X_i را پایین می‌آورد. همچنین اعتبار تعهدات طرف مقابل و تضمین‌های طرف ثالث، خروج را آسان‌تر یا دشوارتر می‌کند.

چگونه هزینه‌های داخلی می‌توانند خروج را دشوارتر کنند؟

هزینه مخاطب داخلی a_i^{aud} تنها بر ادامه اثر نمی‌کند؛ اگر مصالحه در افکار عمومی تحقیرآمیز یا خیانت به فداکاری‌ها تلقی شود، خودِ خروج نیز هزینه مخاطب سنگینی پیدا می‌کند: برای مثال نارضایتی عمومی، فشار نخبگان و جریان‌های سیاسی برای ایران و هزینه مشروعیت، عدم همراهی متحدین یا ریسک انتخاباتی برای آمریکا نمونه‌هایی از این هزینه‌های داخلی برای هر طرف است. به این ترتیب، هزینه‌هایی که در طول تقابل تحمل شده‌اند، به‌جای آن‌که خروج را جذاب کنند، می‌توانند آن را سیاسی ناممکن سازند و $X_i(t, h^t)$ را کاهش دهند.

چگونه توافق مرحله‌ای یا زبان face-saving ارزش خروج را افزایش می‌دهد؟

میانجیگری معتبر طرف ثالث، گام‌های متقابل و توالی‌بخشی به امتیازها خروج را از چارچوب شکست و خروج تحقیرآمیز به چارچوب توافق متقابل و خروج آبرومندانه منتقل می‌کنند؛ هزینه مخاطب عقب‌نشینی کاهش می‌یابد و تعهد طرف مقابل

قابل‌اتکاتر می‌شود، یعنی $X_i(t, h^t)$ بالا می‌آید. از دید مدل، ساختن خروج دقیقاً همان دستکاری ارزش خروج است که می‌تواند نامساوی شرط ادامه دادن را به نفع خروج برگرداند.

چرا ممکن است بازیکن نه به امید پیروزی، بلکه به دلیل نبود خروج قابل قبول ادامه دهد؟

شرط ادامه، طبق رابطه (۱)، $V_i^C(t, h^t) \geq X_i(t, h^t)$ است. حتی اگر ارزش انتظاری ادامه دادن پایین باشد — پیروزی نامحتمل و هزینه‌ها بالا — بازیکن چنان‌که X_i از آن هم پایین‌تر باشد (خروج تحقیرآمیز یا ناممکنِ سیاسی)، در بازی می‌ماند. این همان بینش کلیدی چارچوب است که بارها بررسی کردیم: ادامه تقابل لزوماً نشانه امید به پیروزی نیست؛ می‌تواند نشانه نبودن مسیر خروج مناسب باشد.

۷.۲ تحلیل تعادلی

۸.۲ گزاره تحلیلی

۳ پیاده‌سازی (انشاالله خالی بماند)

۴ تفسیر نتایج

۵ محدودیت‌های مدل