

Oyun teorisi: Ders 20 Transkript

14 Kasım 2007

Profesör Ben Polak: Geçen sefer yeni fikrimiz alt-oyun mükemmel dengesini bir sürü oyuna nasıl uygulandığına baktık ve alt-oyun mükemmel dengeyi çözmek için genel fikrimiz şöyleydi. Her bir alt-oyuna baktık. Alt-oyundaki Nash dengesini çözdük, bu yapmayı çok önce öğrendiğimiz bir şeydi. Ve sonra getirileri geri taşıdık: ağacın tepesine doğru taşıdık. Ve sonuna doğru ilginç bir şey öğrendik. Bugün buna geri dönmeyeceğim – sadece vurgulamak istiyorum. Stratejik etkilerin önemli olduğunu öğrendik.

Yani geçen sefer bakmış olduğumuz o yatırım oyununda, yeni bir parça makine kiralamayı düşünürken, bu aksiyonun diğer tarafın davranışlarının nasıl etkileneceğini, bu durumda rakibinizi nasıl etkileyeceğini, hesaba katmanın çok büyük fark yarattığını gördük. Bu çok genel bir fikir, çok genel bir fikir. Siz birkaç örnek daha vermek gerekirse, vergi sistemleri tasarlarken – bunu geçen sefer belirtmiştim – bir vergi sistemi tasarlarken, ABD vergi sisteminde bir değişiklik yaparken, eski vergi sisteminde insanların nasıl davrandığına bakmak ve muhasebeci gibi ne kadar para kazandıracağınıza veya maliyetin ne olacağına bakmak yeterince iyi değildir. Bunun davranışlarda nasıl bir değişikliğe yol açacağını hesaba katmalısınız.

Bir kez daha, bu bir stratejik etkidir ve bugün teslim ettiğiniz ödevde hepinizin gişe probleminde hoş bir örneğiniz olmuştur. Gişe probleminde, yollara gişeler koyarken – ya da daha genel olarak, yeni yolar, yeni köprüler, yeni iki yollu köprüler, yeni yan geçişler yaparken bu yeni gişelerin, yeni yolların trafik akışını nasıl etkileyeceğini hesaba katmanız gerekir. Ağacın altına doğru trafik akışı yeni bir denge oluşturacak ve gişelerinizi tasarlarken ve yol sisteminizi tasarlarken bunu dikkate almalısınız. Yani bu alt-oyun mükemmel dengesine bir başka örnektir.

Bugün oldukça farklı bir şey yapmak istiyorum, biraz düelloda yaptığımız şey gibi, bugün bir oyun oynamak istiyorum ve muhtemelen günün tamamını bu oyunu analiz ederek geçireceğiz. Yani bu oldukça karmaşık bir oyun, ama oldukça da eğlenceli bir oyun. Peki, bakacağımız oyun nedir? Oyunda iki oyuncu olacak ve her oyuncu her periyotta, şunu seçerler – veya her biri seçer demeliyim – her birisi savaşmayı veya vazgeçmeyi seçer. Yani F savaşmak [fight] ve Q vazgeçmek [quit] demektir ve bu seçimi eşanlı yaparlar. Birisi vazgeçtiği anda oyun sona erer.

Yani bu oyunda iyi haber de var, kötü haber de var. İlk önce iyi haberi verelim. İyi haber şu, eğer ilk diğer oyuncu vazgeçerse siz bir ödül kazanırsınız. Genellikle bu ödüle V deriz ama birazdan nakit ile oynayacağız. Kötü haber şu, ikisinin savaştığı her periyotta—yani her iki oyuncunun da savaşmayı seçtiği her periyotta – her

oyuncu bir maliyet öder, yani $-C$ öder. İşleri ilginç tutmak için ikisinin de hemen vazgeçtiği durumu da dolduralım – eğer ikisi de hemen vazgeçerse o zaman o periyotta ikisi de 0 alır. Yani bu oyun daha önce birazcık görmüş olduğumuz bir oyun. Bunu birazcık Şahin-Güvercin kılığında görmüştük. İşletme Mastır sınıfındakiler buna çok benzeyen bir oyun görmüşlerdi. Ama bunu önceden olduğundan daha detaylı şekilde analiz edeceğiz.

Söylediğim gibi, günün tamamını bununla ilgili konuşarak geçireceğiz. Bunu başlatmak için, hadi gerçekten bir oyun oynayalım. İki gönüllü istiyorum. İzin verin, bu kolej futbol sezonu olduğu için, bakalım rakipleri karşılayabilecek miyim? Peki, burada büyük Texas eyaletinden birileri var mı? Bir sürü Texas'lı, ellerinizi havada tutun. Sizi bir saniye kullanmak istiyorum ve sanırım buradaki rekabet Oklahoma'dır: Oklahoma'dan birileri var mı? Oklahoma'lı yok mu? O zaman yapacağımız şey şu, iki Texas'lı ile devam edeceğiz. Bunun Texas ve bunun da Texas A&M olduğunu varsayacağız [rakip üniversiteler]. Texas'lılar tekrar ellerinizi kaldırın. Pekâlâ, iki Texas'lı seçeceğiz ve her birinize bir mikrofon vereceğim. Sizin isminiz?

Öğrenci: Nick.

Profesör Ben Polak: Neden mikrofonu tutmuyorsun ve konuşurken kendine doğru çevir, ama yine de bağır çünkü buradaki herkes seni duymak istiyor. Peki, bu Nick, benim bu arkadaki Texas'ım neredeydi? Neden daha yakın olanına gitmiyorum? Buradan başlayacağız. Ve sizin adınız?

Öğrenci: Alec.

Profesör Ben Polak: Alec, peki bağırarak söyle.

Öğrenci: Alec.

Profesör Ben Polak: Bu daha iyi, tamam. Peki, oyun şudur. İlk periyod için savaşıacaklar mı yoksa vaz mı geçecekler onu yazacaklar. Her oyuncunun bir hakemi olacak. Yani Alec'in arkasında oturan kişi Alec'in hakemi olacak ve Alec'in gerçekten ne yapacağını yazdığını söylediğinden emin olacak. Ve diğer Texas'lıma ne oldu? Diğer Texas'ımı kaybettim, İşte burada. İsmi neydi yeniden?

Öğrenci: Nick.

Profesör Ben Polak: Nick savaş veya vazgeç yazacak. Ve bunu gerçek yapmak için, hadi gerçek nakit için oynayalım. Ödülü şöyle yapacağız – neden ödülü 1 dolara ve maliyeti 0,75 dolara eşitlemiyoruz. Burada bazı dolarlarım var. İşte burada. Buna ne diyoruz? Texas'ta buna avuç dolusu dolar [fistful of dollars] diyoruz, doğru mu? Peki, oyuncularım neredeler? Neden ayağa kalkmıyorsunuz arkadaşlar? Böylece herkes sizi görebilir. Bunu zorlaştırdım çünkü şimdi stratejinizi yazmak

durumundasınız. Yani bir kalem almanız lazım. Sizin işinizi kolaylaştırmadım. Kameranın işini kolaylaştırmak için ben aşağıya geleyim. Neden stratejinizin ne olacağını yazmıyorsunuz ve komşunuza onun ne olduğunu söyleyin ve bakalım ne olacak. Hakeminize gösterin. Hakemine gösterdin mi? Nick, mikrofona doğru söyle ne yaptın?

Öğrenci: Ben vazgeçtim.

Profesör Ben Polak: O vazgeçti.

Öğrenci: Ben de vazgeçtim.

Profesör Ben Polak: “Alamo’yu hatırla” ya ne oldu? Pekâlâ, Texas çok iyi çalışmadı. Hadi başka eyalet deneyelim. Ben eşimin ve eşimin ailesinin Texas’tan olduğunu söylemeliyim ve onların içinde daha fazla mücadele olduğunu düşünürdüm. Belki de bu nedenle anketlerde düşüyorlar. Hadi Ohio’dan birilerini deneyelim, Ohio’dan kimse var mı? Tüm sınıfta Ohio’dan kimse yok mu? Bu iyi değil. Ben Ohio karşısına da Michigan seçecektim. Peki, bizim kendi takımlarımızdan olan birileri nasıl olur? Daha önce kanca attığım ikisi haricinde futbol takımından birileri var mı? İşte burada. Başka bir takıma ihtiyacım var, hokey takımından birileri var mı? Beysbol takımından birileri var mı? Tamam, güzel. Beysbol takımındaki arkadaşımız, isminiz nedir?

Öğrenci: Chris.

Profesör Ben Polak: Chris ve yeni futbol takımı oyuncumuz?

Öğrenci: Ryland.

Profesör Ben Polak: Ryland. Peki, yani Ryland ve Chris bunu oynayacaklar. Ve ikiniz de Texas’tan değilsiniz, anladığım kadarıyla, yani burada bir şeyler olacağından umudumuz var. Pek, o zaman seçeceğinizin ne olduğunu yazın. İkiniz de bir şeyler yazdınız mı? Evet, pekâlâ Ryland sen ne seçtin?

Öğrenci: Savaş.

Profesör Ben Polak: Chris?

Öğrenci: Ben vazgeçeceğim.

Profesör Ben Polak: Peki bu da kolaydı. Yani futbol takımı oldukça iyi görünüyor burada. Peki, yani burada çok fazla bir hareket göremiyoruz. Başka denemek isteyen var mı? Başka bir eyalet rekabeti alalım, Sanırım Oregon’dan kimse yok, bu çok şey istemek olur, Oregon’dan kimse var mı? Arkadaşlar hepiniz bir yerlerden olmalısınız. En az birinizin geldiği bir eyalet olmalı. Hadi New Jersey gibi bir yer denetelim, bu nasıl? New Jersey’den bazı oyuncular var bu iyi. İşte böyle. Ve biz New Jersey ve

New York deneyeceğiz. Orada biraz çekişme var gibi. Siz New York'tan mısınız? Harika, işte böyle ve isminiz?

Öğrenci: Geersen.

Profesör Ben Polak: Sizin isminiz?

Öğrenci: Andy

Profesör Ben Polak: Andy. Peki, yani Geersen ve Andy. Ayağa kalkın da herkes nerede olduğunuzu görebilsin. Bakalım New York ve New Jersey arasında savaş var mı? Stratejilerinizi yazın. Ve ne seçtiniz?

Öğrenci: Ben savaşacağım.

Öğrenci: Savaş.

Profesör Ben Polak: İşte bu, şimdi daha iyi. Bir ara endişe edecektim. Biliyorum bu Şükran Günü tatili yaklaştı, ama sınıfta biraz kıvılcım kalmış olmalı. Peki, iki kişi de savaşıyor ki buna göre 0,75 dolar kaybettiler ama ödül \$1. Yani oyun devam ediyor, tekrar yazın. İkinci periyotta ne yapacaksınız? 0,75 dolar gitti yani şimdi 1 dolar için bu oyuna bakıyoruz. Hadi New York'a gidelim, New York ne yapar?

Öğrenci: Ben savaşacağım.

Öğrenci: Savaş.

Profesör Ben Polak: Savaş, tamam. Yani canlılık istiyorsanız doğu sahillerinde kalmalısınız. Batıya gitmenin bir anlamı yok, var mı? Bu mantıklı. Peki, ne yapacağınızı tekrar yazın ve hadi diğer taraftan başlayalım, New Jersey?

Öğrenci: Savaş.

Öğrenci: Savaş.

Profesör Ben Polak: Tekrar savaş pekâlâ, yani 3 kez 0,75 kaybettik toplamı her neyse ve bu 1 dolarlık ödül hala duruyor artı belki de biraz gurur. Peki, tekrar yazın. Hadi tekrar deneyelim, hadi bu kez New York ile başlayalım.

Öğrenci: Ben savaşacağım.

Öğrenci: Savaş.

Profesör Ben Polak: Savaş tamam. Sanırım bunu uzun bir süre tekrar edebiliriz, doğru mu? Şimdi şu fark yaratabilir, bu arada, eğer burada birbirleriyle konuşmalarına izin verilirse, böyle olacak mı bir bakalım. New Jersey ve New York'un

konuşmasına izin verelim. Köprüler ve tüneller konusunda birbirinize hakaret edemezsiniz, sadece normal konuşma. Peki, buradaki New Jersey'den arkadaşına söylemek istediğin bir şey var mı?

Öğrenci: New Jersey'in kazanmasına izin veremem, bu sadece New Yorklu gururu. Sizler her âlemde daha kötüsünüz yani üzgünüm. Bu sadece gurur meselesidir.

Profesör Ben Polak: Senin cevap olarak söylemek istediğin var mı?

Öğrenci: Ben savaşmaya devam edeceğim, yani senin yapabileceğin en iyi şey vazgeçmektir.

Profesör Ben Polak: Bu işe yarayacak mı bir bakalım. Bundan bir şey çıkardılar mı? Peki, stratejilerinizi seçin.

Öğrenci: Ben New Jersey'in kazanmasına izin veremem: savaş.

Öğrenci: Elinden geleni ardına koyma: savaş.

Profesör Ben Polak: Pekâlâ, yani oldukça açık ki bunu bir süre devam ettirsek benim öğle yemeği param çıkacak, doğru mu? Burada biraz durduracağız. Bunu biraz konuşacağız, ama teşekkürler. Bizim daha alıngan iki oyuncumuz için bir alkış alalım. Peki, burada neler oluyor? Yani açık olarak bu oyunda ne olabileceğini görüyoruz. İnsanlar erkenden vazgeçebilirler ve birisinin vazgeçip diğerinin vazgeçmediği bir durum olabilir. Bu da olabilecek bir şey. Bu çok hızlı olabilir. Ama şu da mümkün – az önce olduğunu gördük – savaşın bayağı uzun sürmesi de muhtemel.

Şimdi neden? Burada neler oluyor? Demek istediğim buradaki ödül ne kadardı? 1 dolardı ve maliyet 0,75 dolardı. Bu arkadaşlarda ortadaki parayı artırabilirdim ve bunun fark yaratıp yaratmayacağını görebilirdim, ama sanırım 1 dolar ve 0,75 dolar yeterlidir. Ve ikinci kez savaştıklarından itibaren 1 dolarlık ödülü çoktan tüketmişlerdi. Yani şu doğru, ilk periyotta bunu kazandıysanız bu iyi çünkü 1 dolar alırsınız ve bunun size maliyeti yoktur. Ve ikinci periyotta kazanmış olsanız bile iyi durumdasınız, ikinci periyotta savaşmanın maliyeti 0,75 dolar olur ama 1 dolar alırsınız yani bu iyidir. Ama buradan sonra – ve bu durumda “sonra”sı çok uzun sürdü, sonra sürekli kayıplar biriktirirsiniz, peki neler oluyor?

Burada farklı çıkarımlar olma ihtimali var. Birisi şu New York ve New Jersey'deki insanlar çılgın. Bu muhtemel bir şey. Ama başka neler oluyor? Neden kendimizi bu savaşta bulduk? Burada ne oldu? Neden bu tip savaşların çıktığını görürüz? Bunun o kadar inanılmaz bir durum olmadığını öne sürüyorum. Neden bunun ortaya çıktığını görürüz? Hadi New York'lu arkadaşımıza soralım, bağır.

Öğrenci: İkinci rauntta benimle savaştığından beri, zaten para kaybedeceğimi biliyordum bu yüzden neden devam etmeyeyim ve sonra, bunun için neden yoktu, ben zaten kazanmayacaktım, yani o vazgeçinceye kadar savaşabilirdim.

Profesör Ben Polak: Pekâlâ, sanırım iki şey var. Bu yanıtın iki kısmı var. Yanıtın bir kısmı şu: zaten parayı kaybettim, hadi bu kısmını akılda tutalım. Ve diğer kısmı nedir? Diğer ben bunu kazanmaya kararlıyım kısmı. Yani burada iki şey oluyor ve bunlar birbirinden çok farklı. Önce ikincisini ele alalım. Bu savaşların ortaya çıkıp uzun süre devam etmesinin nedeni şu olabilir ödül 1 dolarlık bir para bile olsa, oyuncuların asıl önemsedikleri şey ne olabilir? Burada oyuncular aslında neyi önemsiyorlar? Birileri elini kaldırsın ben mikrofon tutacağım. Bu tip durumlarda insanlar neye önem veriyor olabilir? Kazanmak, kazanmayı önemsiyorlar veya gururu önemsiyorlar. Doğru mu? Bu yüzden Texas ile başladım, ama Texas'ta gurur bulamadım, bu yüzden New York'a gitmek zorunda kaldım.

Yani insanlar kazanmanın kendisini önemsiyorlar: Bu bir gurur meselesi. Bu 1 dolar basitçe buradaki getirilerin iyi bir tasviri olmayabilir. Getirileri aslında kazanmakla alakalı olabilir. Hatta şu bile olabilir bu arkadaşlar daha sonra da sizinle sınıfta veya Yale'de etkileşimde bulunacaklarını biliyorlardır. Ve her ikisi de savaşçı birisi gibi bir itibar yaratmaya çalışıyorlardır. Özellikle, bunun üzerine konuşabildiklerinde, ikisi de şunu söyledi: "Bak ben bir savaşçıyım. En iyisi sen geri çekil."

Yani her ikisi de savaşacakları sinyali vermeye çalışarak diğer tarafı vazgeçirmeye çalıştı. Yani bu itibarla alakalı ve bu itibar oyunun ötesine geçiyor olabilir. Hayatta ileride bu tarz bir çatışmanın içinde yer alacak olabilirler. Yani bu iki şey de var. Bunun bir başka parçası daha var ve bu da New Yorklu arkadaşımızın söylediği maliyetlerle ilgili diğer kısım. Bu oyunda bir periyoddan diğerine geçerken maliyetler hakkında ne doğrudur? Birisi söyledi. Tekrar söyleyin. Yüksek sesle söyle.

Öğrenci: Batık maliyet.

Profesör Ben Polak: Bu bir batık maliyet. Yani oyun sürdükçe biriken onca maliyet, ileriye doğru bakınca anlamsız hale geliyor çünkü batıklar. Bu oyunu on kez oynayıp on kez 0,75 dolar kaybettiğim gerçeği – bunu ben bile hesaplarım 7,5 dolar eder – 7,5 dolar kaybetmiş olduğum gerçeği geçersiz çünkü onu zaten kaybetmişim. Onu geri almam söz konusu değildir. O bir batık maliyettir. Yani on periyod sonrasında oyunun görüntüsü savaşmanın iyi bir seçenek gibi görüldüğü oyunun başlangıçtaki görüntüsüyle aynıdır. Yani oyunda on periyod sonra savaşmak konusundaki görüşünüz başlangıçtaki görüşünüzle aynıdır.

Şimdi bu tam olarak doğru değil, bir an gelecek paranız bitecektir, ama bunu göz ardı edersek, temelde, bu batık maliyetler konu dışıdır. Yani burada gördüğümüz şey insanların savaşma nedenleri ve bu nedenlerin bazıları batık maliyet gibi standart ekonomik nedenler ve bazıları da oyun dışı gurur gibi veya muhtemelen itibar gibi şeylerdir.

Gerçek hayatta durum kesinlikle böyledir, savaşları böyle görürüz. Hadi buradaki anahtar özelliğin ne olduğunu açıkça ifade edelim. Bunun anahtar özelliği şudur, zaman içindeki bu savaşlar, her periyoda çok az kaybediyor olsanız da, belirli bir süre sonra oldukça fazla kaybetmiş olabilirsiniz. Esasında, normalde ortada bulunan ödülün daha fazlasını kaybedebilirsiniz. Yani birikecek olan kayıplarınız – ve New Jersey ve New Yorklu arkadaşlarımızın biriktirdiği kayıplar bir süre sonra ortadaki ödülün çok çok üstüne çıktı. Bu bir endişe kaynağıdır.

Bu sadece sınıfta değil gerçek hayatta da ortaya çıkabilir. Bu tip savaşlara ne diyoruz, muhtemelen küçük bir ödül için direndiğimiz ve her periyoda muhtemelen küçük ama birikince büyük kayıplara mal olan bu tip savaşlar. Bu savaşlara ne ad veriyoruz? Hadi bazı örnekler düşünelim. Bakalım bu sözcük örneklerden ortaya çıkacak mı?

Bir örnek – hadi bazı örnekler yapalım. Bir örnek Birinci Dünya Savaşında olan bir şeydir. Birinci Dünya Savaşında, çoğunuzun bildiğini varsayıyorum, Almanlar ve Almanların müttefikleri ile İngiliz ve Fransız orduları ve onların müttefikleri olağandışı uzun bir süre için ve olağandışı küçük toprak parçalarında, kuzey Fransa ve Belçika'nın küçük parçalarında karşı karşıya gelmiştir. Şunu öne sürebilirsiniz, bu küçük kuzey Fransa ve Belçika toprakları – burada Fransız veya Belçikalı olan birini incitmek istemiyorum – ama bu birkaç dönümlük kuzey Fransa veya Almanya toprağının zaten çok da değerli olmadığını öne sürebilirsiniz. Yine de, iki taraf da 1914'ten 1918'e kadar savaşmayı sürdürdü ve bu periyoda muazzam sayıda insan hayatı sona erdi. Yani bu oldukça maliyetli uzun süren bir muharebeydi. Her yıl büyü sayıda insan hayatı kaybedildi. Eğer bundan şüphe duyuyorsanız Yale'deki kaç tane Yale'li Amerikalının hayatını kaybettiğini gösteren savaş anıtına bakın ve Amerika sadece bir yıl kadar bu savaşta yer aldı. Tamam, yani bu bir örnektir.

Bir başka örnek şudur– daha iş hayatından bir örnek, işletme mastır sınıfında bahsettiğimiz ama şu ana kadar bu sınıfta bahsetmediğimiz bir örnek – iş hayatından örnekler tek bir piyasanın bulunduğu ve bunun sadece tek bir firmaya yetecek bir piyasa olduğu durumdur. Bu piyasada sadece tek bir firma barınabilir. Burada kalan tek firmanın kim olacağına dair aşırı derecede uzun bir savaş önünüze çıkabilir.

Meşhur bir örnek – aslında bu meşhur bir işletmecilik okulu vakasıdır – Avrupa'daki uydu yayıncılığını kontrol etme savaşıdır. Sky Television ile British Satellite Broadcasting Company (İngiliz Uydu Yayın Şirketi) arasında birçok yıl süren bir savaş olmuştur. Ve bu şirketler sıfır fiyat vermek ve bedavadan uydu anteni dağıtmak veya bunun gibi şeyler yapıyorlardı. Ve bu savaş sürerken o kadar kayıpları o kadar birikti ki, eğer muhasebesini yaparsanız bu savaşın kazanmanın yaratacağı gelecekteki kar akımlarının tümü bu savaşta kaybettikleri paranın çok daha altında kalıyordu. Bu savaşta bir tarafta Rupert Murdoch vardı ve Rupert Murdoch'un bir çılgın olduğunu ve koruması gereken bir itibarı olduğunu ileri sürebilirsiniz ama yine

de buna başka bir örnek gibi görünüyor. Yani bu British Satellite Broadcasting'e karşı Sky örneğidir.

Bu iki örnekle birlikte, bu savaşlar için genel bir terim düşünen var mı? Birinci Dünya Savaşındaki savaşma metoduna ne denir – veya benzer şekilde Amerikan İç Savaşında? Arkadaki kişi, bağırarak söyleyin.

Öğrenci: Yıprandırma savaşı.

Profesör Ben Polak: Bu bir yıprandırma savaşıdır. Yani yıprandırma savaşları vardır. Bunlar yıprandırma savaşlarıdır. Ve yıprandırma savaşlarıyla ilgili olarak bildiğimiz şudur uzun sürebilirler ve kayıplar çok yüksek olabilir. Gerçek savaşlarda çok fazla can kaybı olabilir. İş hayatındaki savaşlarda çok fazla para kaybedilebilir. Aslında, pek çok oyunda bu yıprandırma savaşı yapısı vardır. Size bir başka örnek daha vereyim. Diyelim ki iki firma BSB ve Sky tarzında değil ama reklam veya bunun gibi bir şey üzerinden bir piyasa için rekabet ediyorlar, ama rüşvet ödemeleri cinsinden.

Yani diyelim ki bir Firma var, hadi Fransa'da olsun ve İngiltere'de bir firma var ve bu iki şirket rüşvet vermenin başarılı bir strateji olduğu bir ülkede bir kontrat kazanmaya çalışıyorlar. Ve burada filme alındığımızı dikkate alarak gerçek firma ismi kullanmayacağım, bu yüzden hadi bu hayali ülkeye Freedonia diyelim, bu bir Marx Brothers filmindedir. Yani bir Fransız şirketi ve bir İngiliz şirketi var ve ikisi de Freedonia'da bir köprü inşaatı kontratı almak istiyor. Ve bunlar Freedonia'yı kontrol eden generale rüşvet vermeye başlıyorlar. Ve ne oluyor? Rüşveti tabii ki geri alamayacaksınız. İki taraf da generale birkaç bin dolar öder ve sonra general geri gelir ve şunu söyler, ikiniz de 1000 dolar verdiniz. Hanginiz köprüyü ödemek ister?

Ve devam ederler ve gittikçe daha fazla, daha fazla para koyarlar. Ve bir kez daha bunun yıprandırma savaşı olduğunu görürsünüz. Ödemiş oldukları rüşvetler, onlar hiçbir zaman geri alamayacaklar, ama bunları bir kez ödediniz mi onlar batık maliyet olur. Rüşveti bir kez verdiğinizde, şöyle söylerseniz size iyi şanslar: sana bu rüşveti ödedim. Köprüyü benim yapmama izin vermedin. Paramı geri ver. Dünyada bu yaptırımı uygulayacak bir mahkeme yoktur. Yani bu rüşvetçilik yarışmaları buna çok benzerler. Bu rüşvet yarışmaları için teknik bir terim vardır bunlara herkes öder ihalesi denir. Peki, biz bugün neyi oluşturmak istiyoruz?

Şunu oluşturmak istiyoruz – burada neden savaşın gerçekleştiğini konuşmak istiyoruz ve bunu detaylı olarak yapmak istiyoruz. Savaşın gerçekleşmesi için bazı gayri resmi nedenler bulunabilir ve bunlarla ilgili konuştuk. Bir taraf çılgın olabilirdi. İki taraf da çılgın olabilirdi. Ulusal veya yöresel gurur meselesi olabilirdi. Tüm bu şeyler neden savaş elde ettiğimizi etkileyebilirdi. Ama benim bugün oluşturmaya çalıştığım şey şu herkes rasyonel olsa bile potansiyel yıprandırma savaşlarında uzun süreli

savaşlar ortaya çıkabilir, getiri tek bir dolar olsa bile ve bir itibar söz konusu değilse bile.

Yine, benim bugünkü amacım sizi şuna ikna etmeye çalışmak, model dışında irrasyonellik veya itibar gibi şeyler öne sürmeden de Birinci Dünya Savaşında çok sayıda can kaybı veya iş hayatında çok büyük parasal kayıplar söz konusu olabilir. Rasyonel oyuncular bile yıprandırma savaşlarında kendilerini belanın içinde bulabilirler. Günün geri kalanında, bunu analiz etmeye çalışmak istiyorum. Başlangıç için, bu oyunun bir versiyonuna bakmak istiyorum, sadece iki periyod süren basit bir versiyonuna. Yani az önce oynadığımız oyunun iki periyodluk versiyonuna bakacağız. Nihayetinde, bugünün sonunda, sonsuz versiyonuna bakmak istiyorum. Yani küçükten başlayacağız. İki periyodluk versiyonu ile başlayacağız. Bu şeyleri analiz edebilmenin hilesi ağacı çizebilmek ve getirileri oluşturabilmekte ve olmak istediğimiz yere bizi götürecek olan analizi uygulayabilmektedir.

İşte öne sürdüğüm oyun şudur. Şu ağaca sahip olduğumu öne sürüyorum. Yani ilk olarak Oyuncu A seçer ve Oyuncu A Savaşabilir veya Vazgeçebilir. Ve buraya [1] koymama izin verin biraz sonra bu [1] in ne olduğunu göreceğiz. Sonra Oyuncu 2'yi modelleyeceğiz. Ama tabii ki bu eşanlı bir oyundur. Bu eşanlı hamle yani bu bir bilgi kümesidir. Hadi buna Oyuncu 2 demeyelim. Buna Oyuncu B diyelim. Yani Oyuncu B kendi seçimini yaparken, ilk periyotta Oyuncu A'nın ne yaptığını bilmiyor. Bu eşanlı hamledir. Ve B savaşmak ve vazgeçmek arasında seçim yapar. Sırf bunları ayırt edebilmek için B için küçük harfler kullanayım, yani bir kez daha savaş veya vaz geç ve savaş veya vazgeç.

Şimdi, eğer iki taraf da savaşırsa oyun devam eder. Ve her kez bu aşamada iki tarafın savaşmış olduğunu bilir. Yani bu noktadan itibaren, aslında tekli bir bilgi kümesine geliriz ve yine Oyuncu A'nın sırasındır. Yani tekrar ediyoruz. İkinci periyotta, bir kez daha A'nın Savaş veya Vazgeç seçimiyle karşı karşıyayız. Ve bu kez buraya ikinci periyotta olduğumuzu belirtmek için [2] koyacağız. Ve Oyuncu 2 bir kez daha hamle yaptıktan sonra – Oyuncu A hamle yaptıktan sonra – bir kez daha Oyuncu B hamle yapar. Bu eşanlı bir hamledir. Ve bir kez daha savaş veya vazgeç arasında seçim yapar. İkinci safhada olduğumuzu belirtmek için buraya [2] yazacağım. Bu iki periyodluk oyunun yapısı böyledir. Ve hadi getirileri yazalım, kolay olanlardan başlayarak.

Eğer iki kişi de ilk safhada vazgeçerse, ikisi de bir şey almaz. Eğer A vazgeçer ve B savaşır, o zaman A bir şey almaz ve B V alır. Eğer A savaşır ve B vazgeçerse, o zaman A V alır ve B bir şey almaz. Ve eğer ikisi de savaşırsa ikinci safhaya geçeriz. Hadi ikinci safhadaki getirileri yazalım. İkinci safhada, eğer ikisi de vaz geçerse getirileri şöyle olacaktır, A için $-C$, ilk safhada birikmiş olan kayıpları artı 0. Ve B için $-C$ artı 0. Eğer ikinci safhada A vazgeçer ve B savaşır o zaman getiriler $-C + 0$ ve $-C + V$ olur. Eğer A savaşır ve B vazgeçerse o zaman getiriler $-C + V$ ve $-C + 0$ olur. Ve eğer ikisi de iki periyotta da savaşmışsa, bu iki periyodluk oyunda oyuna nasıl

son vereceğimize karar vermemiz gerekir, ama hadi şunu varsayalım burada elde edeceğimiz $-C -C$ ve $-C -C$ olsun. İkisi de savaşırsa oyunun bittiğini varsayacağız ve kimse ödülü alamayacak, sırf işimizi basitleştirmek için.

Bu oyunun iki periyodluk bir versiyonudur ve yaptığım tek değişiklik, bunu iki periyod yapmanın dışında, buraya bir getiri koymak zorundaydım. Oyun yola girmediğinde ne olduğunu görmek zorundaydım. Ve oyun yola girmediğinde kimsenin ödülü almadığını varsaydım.

Şimdi, bunu analiz etmeden önce yapmak zorunda olduğum başka bir varsayım daha var, burada ele alınacak iki olası durum var. $V > C$ olduğu durum ki bu sınıfta oynadığımız durumdu ve ayrıca tam tersi durum da var $C > V$. Bugün $V > C$ durumuna odaklanacağız ki bu zaten sınıfta oynadığımız haliydi. Ben diğer durumu analiz etmeyi size bırakacağım, maliyetin ödülde büyük olduğu durumu size ev ödevi olarak bırakacağım. Yani varsayımımız $V > C$. Herkes için bu ağaç tamam mı? Umarım bu ağaç oyunu betimliyor, en azından iki periyodluk versiyonunu.

Burada işaret etmek istediğim ilk şey şu, eğer ikinci periyodun sonunda oluşan getirilere bakarsak, bunların hepsinde bir $-C$ olduğunu görürüz. Her yerde bir $-C$ var. Nedir bu $-C$? Bu ilk safhada savaşmanın maliyetidir. Ama hemen yapmak istediğim gözlem şudur bu maliyet – işte burada, burada, burada, burada, burada, burada, burada ve burada – bu batık maliyettir. Bu nesnelere batık maliyetlerdir. Bir kez oyunun ikinci safhasına geldiğinizde bu batık maliyetleri geri alabilmek için yapabileceğiniz bir şey yoktur. Bunlar kaybedilmiştir. Buradalar, ama her yerde buldukları gerçeği bunların stratejik olarak geçersiz kılar. Tamam, burada yapmak istediğimiz şey şudur, bu küçük oyundaki tüm alt-oyun mükemmel dengelerini bulmak istiyoruz. Şu kurallardan kurtulalım. Şimdiye kadar kuralları biliyoruz zaten. Buradaki amacımız bu oyunu analiz etmek için çözüm kavramımız olan alt-oyun mükemmel dengesini kullanmak. Peki, alt-oyun mükemmel dengeleri ile bu oyunu nasıl analiz edeceğiz? Bu tartışmayı nasıl başlatacağız? Burada yapılacak çok işimiz var, alt-oyun tam dengelerini bulmaya nereden başlayacağız? İlk yapmamız gereken nedir?

Ben ilk yapmamız gereken şeyin alt-oyunların neler olduğunu bulmamız olduğunu iddia ediyorum. Hadi bununla başlayalım. Bunu az önce uzağa ittirdiğimden göstergesi kullanmak zorundayım. İlk olarak analiz etmemiz gereken belirgin alt-oyunun buradaki alt-oyun olduğunu öne sürüyorum. Periyod [2] de bulunacağınız alt-oyun. Ve fark ederseniz bu bir alt-oyun: tekli bir noddan başlar, hiçbir bilgi kümesini bölmez ve başladığı nodu takip eden tüm nodları içerir. Yani bu has be has bir alt-oyun. Yani analizimize bu ikinci alt-oyunu analiz ederek başlayacağız.

Hadi bu ikinci alt-oyuna denk gelen matrisi yazalım. Ve bunu şöyle yazacağım. Şunu öne sürüyorum, bu ikinci alt-oyunda, her oyuncunun iki seçeneği var, savaşabilirler veya vazgeçebilirler. Ve getirileri belirli bir yöntem ile yazacağım. Getirileri $-C$ artı şu şey olarak yazacağım. Yani tüm bu kutuların hepsinde $-C$ 'leri tutmaktansa ki bu bir

süre sonra oldukça bayıcı olacak, bu $-C$ 'leri dışarı çıkaracağım ve sadece en öne yazacağım. Bu tamam mıdır? Yani bu batık maliyet kutumuz her yerde vardı ve bu batık maliyeti çıkarıp en öne yazacağım. İşte burada. Eğer oyunun ikinci periyoduna geçerseniz bu batık maliyet oluşmuştur.

Ve bu oyundaki getirileriniz, eğer ikiniz de savaşırırsanız o zaman ikinci kez bu $-C$ maliyetine uğrarsınız. Eğer A savaşır ve B vazgeçerse, o zaman A ödülü alacaktır yani V alacaktır ve Oyuncu B bir şey almayacaktır. Eğer B savaşır ve A vazgeçerse, tam tersi olur, A bir şey almaz ve Oyuncu B ödülü alır. Ve eğer ikisi de vazgeçerse ikisi de bir şey almaz. Burada ne yaptığımı fark ettiyseniz, buradaki kutuyu $-C -C$ diye yazmış olabilirdim, burada $-C -C$, burada $-C + V$, burada $-C + 0$ vesaire. Ama bu $-C$ 'yi dışarı aldım sadece çünkü bu dikkatimizi dağıtıyor. Bu $-C$ 'yi dışarı aldım ve en öne yazdım. Tamam, şimdi bu küçük oyunu analiz edebiliriz ve hadi bu oyundaki saf strateji dengelerinden konuşarak başlayalım.

Yine, bizim amacımız alt-oyun mükemmel dengelerini bulmak, peki, bu alt-oyun mükemmel dengelerini bulurken takip ettiğimiz yol nedir? Son alt-oyunlardan başlarız, bu son alt-oyunlardaki Nash dengelerini ararız ve sonra da bunları geri taşıyoruz. İşte bizim son alt-oyunumuz. Bu da onun matrisi. Hadi Nash dengelerini bulalım. Eğer Oyuncu B savaşırsa Oyuncu A'nın en iyi tepkisi vazgeçmektir ve eğer Oyuncu A savaşırsa Oyuncu B'nin en iyi tepkisi vazgeçmektir. Tam tersi, eğer Oyuncu B vazgeçerse Oyuncu A'nın en iyi tepkisi savaşmaktır ve eğer Oyuncu B savaşırsa – pardon: eğer Oyuncu A vazgeçerse o zaman Oyuncu B'nin en iyi tepkisi savaşmaktır. Bunu doğru söylemedim. Tekrar deneyeyim. Yani eğer A savaşır, eğer diğer taraf savaşır siz vazgeçmek istersiniz. Eğer diğer taraf vazgeçerse siz savaşmak istersiniz. Bu açık mı?

Yani aslında iki tane – hadi burada dikkatli olalım – saf strateji dengesi vardır, bu alt-oyunda iki tane saf strateji Nash dengesi vardır. Bunlar nelerdir? Bunlar (Savaş, vazgeç) ve (Vazgeç, savaş) tır. Yani eğer ikinci alt-oyuna geçerse ve eğer ikinci alt-oyunda bir saf strateji oynayacağımızı biliyorsak, gerçekleşecek olan budur, bu bizim iddiamız. Şimdi dikkat ettiyseniz şu hiç fark yaratmadı, burada batık maliyet hiçbir fark yaratmadı. Bu batık maliyeti getirilere katabilirdim, ama ister batık maliyetle ister batık maliyetsiz aynı sonucu bulurdum. Yani beklediğimiz gibi, batık maliyet alakasızdır. Peki, alt-oyundaki iki dengemiz var. Hadi bunları oyunun ilk safhasına geri taşıyalım. Buna denk gelen getiriler V ve $=$ ve buradakine denk gelen getiriler 0 ve V . Herkes için bu tamam mı?

Tamam, hadi oyunun ilk safhasını yine ziyaret edelim. Şimdi, işler biraz daha karmaşıklaşıyor, bu yüzden yapacağım şey şu, bu oyunun ilk safhasını yeniden çizeceğim. İşte burada. Daha önceki gibi A savaşabilir veya vazgeçebilir. Ve bunu takiben önceki gibi B savaşabilir veya vazgeçebilir. Yani bu oyunun ilk safhasının bir resmidir ama ikinci safhayı kesip atacağım. Hadi getirileri koyalım. Buradaki getiriler öncekiyle aynıdır: $(0, 0)$, yukarı doğru çalışarak, $(0, V)$, eğer A savaşır ve B

vazgeçerse o zaman $(V, 0)$. Ama ikisi de savaştığı zamanki getiri nasıl olur? Şimdi yapmak istediğim şu, eğer oyunun ikinci periyodunda ikisi de savaşırsa ne alacaklarını göz önünde bulundurarak ikisinin de savaştığı durumdaki getirilerine bakmak istiyorum.

Yani bizim fikrimiz şudur oyunun ikinci periyodundaki Nash dengesini bulmak ve bu olası getirileri geri taşımak. Yani burada getiriler şöyle olacak Oyuncu A için $-C$ artı safha [2] Nash dengesi getirisi ve Oyuncu B için $-C$ artı aynı şey safha [2] Nash dengesi getirileri. Yani buraya ne yazmış olduğumun anlaşılması için, öncekilerle aynı getirileri koydum ama ikinci safha getirisi olan bu devasa şeyi ikinci periyodda Nash dengesi oynarsak ikinci devrede elde edeceğimizi bildiğimiz getirilerle değiştirdim. Yani bu şeylerin bir adı var ve bu ad sürdürme/devam etme getirileridir (continuation payoffs).

Bu objeler sürdürme getirileridir. Bunlar yarın alacağım getirilerdir – ve daha karmaşık bir durumda muhtemelen daha da ileride alacağım –bu durumda, ilk periyodda ikimiz de savaştığımızda. Şimdi yapmak istediğimiz şey şudur bu ilk devredeki oyuna denk gelen matrisi çizmek isteriz ve bunu iki kere yapmak zorunda kalacağız. Bunu bir kez sürdürme getirilerinin $(V, 0)$ olduğu yani yarın oynadığımız dengenin (Savaş, vazgeç) olduğu durum için yapmalıyız. Ve bunu bir kez de yarınki sürdürme getirilerinin $(0, V)$ olduğu, yani sürdürme oyununun (Vazgeç, savaş) olduğu durum için yapmalıyız. Yani bunu iki kez yapmalıyız.

[Sizler sürdürme getirilerini yazmıştınız bu yüzden kendimize yer açmak için şunu silelim.]

Yani matris şöyle görünecek: hoş, büyük bir matris, 2×2 . Oyuncu A Savaş veya Vazgeç seçiyor ve oyuncu B savaş veya vazgeç seçiyor. Burası kolaydı. Şuraya koyacağımız şey önemlidir. Hadi önce kolay olanları halledelim. (Vazgeç, vazgeç) $(0, 0)$ olur, (Vazgeç, savaş) $(0, V)$ olur, (Savaş, vazgeç) $(V, 0)$ olur ve burada yarın bu oyunlardan hangisi – bu dengelerden hangisinin oynandığına bağlıdır. Burada yapacağımız şey şu, ikinci safhadaki (Savaş, vazgeç) dengesi için burada yapacağız. Yarın oynayacağımız (Savaş, vazgeç) dengesi için olan matrisi yazacağız.

(- Teşekkürler, bugün beni tutarlı yapmaya çalışın, çünkü hata yapmak çok kolay. Yani bir kez daha Oyuncu A için büyük harfler ve Oyuncu B için küçük harfler kullanacağım.)

Peki, ikimiz de savaşırsak ne olur? İkimiz de savaşmaktan dolayı C maliyetine katlanırız ve yarın (Savaş, vazgeç) dengesindeki getirileri alacağız. Bu buradaki dengedir, yani yarın V ve 0 alacağız. Hadi bunları ekleyelim. Yani bu $+V$ olur ve bu da $+0$ olur. Ve hadi etrafını tebeşirle çizelim bunların sürdürme getirileri olduklarını belirtmek için. Yani bu yarın oynayacağımız dengenin (Savaş, vazgeç) olduğu durumda analiz etmemiz gereken oyunun ilk devredeki matrisidir.

Ve söz verdiğim gibi, bunu iki kez yapmak zorundayız. Diğer durum, tabii ki şudur, eğer yarın diğer dengedeyseniz. Hadi bunu da yapalım. Bir kez daha Savaş [1], Vazgeç [1], savaş [1], vazgeç [1] ve getiriler – öncekiyle aynı -- (0,V), (0, 0), (V, 0) ve sonra burada, bu sefer, $-C + 0$ ve $-C + V$ alacağız. Ve bu değişikliğin nedeni şudur şimdi biz Oyuncu A'nın ikinci devrede vazgeçtiği sürdürme oyununa bakıyoruz. Yani periyod ikideki şu durum için (Vazgeç [2], savaş [2]).

Hadi biraz duralım ve herkesin bunu yazdığından emin olalım, herkes tamam mı? Burada yapmış olduğumuz şey şu, periyod 2'de ne olacağını analiz ederek başladık ve bu gerçekten hiç zor değildi, doğru mu? Bu analiz etmek için çok basit bir oyundu, dengeleri bulmak çok kolaydı. Sonra yaptığımız şu oldu, periyod 2'deki denge getirilerini geri taşıdık ve periyod 1'deki alakalı getirilerin tepesine fırlattık. Yani özellikle, eğer ikiniz de savaşırırsanız ve yarın (Savaş, vazgeç) dengesini oynayacağınızı bilerseniz, o zaman getirileriniz şöyle olur $-C + V$ ve $-C + 0$. Eğer ikiniz de savaşır ve yarın (Vazgeç, savaş) dengesini oynayacağınızı bilerseniz o zaman getirileriniz $-C + 0$ ve $-C + V$ olur.

Ve bir kez daha vurgulamak gerekirse, yarattığımız bu dört kutu safha 2'deki Nash dengelerinin getirilerine tekabül eder, yani oyunun sürdürme getirilerine denk gelir. Tamam, yani şimdi bu oyunların her birini analiz etmeye hazırız. Bu çok zor olmayacak. Hadi bu oyunun Nash dengesini bulmaya çalışalım. Hadi soldakinden başlayalım. Bu Oyuncu A'nın ikinci periyodda savaşır ve kazanacağı durumdur. Yani eğer Oyuncu B ilk periyodda vazgeçecekse, o zaman Oyuncu A savaşır ve V alır, eğer o vazgeçerse 0 alır, yani savaşmak isteyecektir. Bu herkes için tamam mı? Oyuncu B ilk periyodda savaşırken, eğer Oyuncu A savaşırsa $-C + V$ alır ve eğer vazgeçerse 0 alır ve burada varsayımımız bize yardımcı olacak. Şunu varsaymıştık, ne varsaymıştık? V'nin C'den büyük olduğunu varsaymıştık, tıpkı sınıfta oynadığımız gibi. Yani V C'den büyük olduğundan dolayı en iyi tepki bu olacaktır: yine savaşmak en iyi tepki olacaktır.

Yani biliyoruz ki, aslında, Oyuncu A'nın burada baskın bir stratejisi var, bu analizde ilk periyodda savaşmak baskın stratejidir. Ve A savaştığından dolayı, sürpriz olamayacak şekilde, B'nin vazgeçtiğini bulacağız. Yani B'nin en iyi tepkisi vazgeçmektir. İşte bu alt-oyundaki Nash dengemiz budur. Bu oyunda bir Nash dengesi var, sadece 1 tane ve bu denge şudur (Savaş [1], vazgeç [1]).

Şimdi, bunun üzerinde biraz mantıksal konuşalım. Mantıksal olarak, eğer ben şunu biliyorsam, eğer Jake ile oynuyorsam ve eğer yarın Jake'in yarın savaşacağını bilirim – pardon, tam tersi – yarın Jake'in vazgeçeceğini ve benim savaşacağımı bilirim – bilirim ki yarın kazanacağım. Yani bu ödül yarın benim olacaktır, yani bugün neden vazgeçmek isteyeyim mi? Eğer bu periyodda savaşırırsam yarın 1 dolar alacağım. Yani eğer en kötü senaryoya göre, bugün sadece 0,75 dolar kaybedeceksem neden vazgeçmek isteyeyim? Yani eğer Jake'in yarın vazgeçeceğini bilirim dayanırım ve şimdi savaşırım. Ve tam tersi, eğer Jake yarın

vazgeçeceğini bilirse, dolayısıyla, benim şimdi savaşıcağımı bilir, onun için en iyisi şimdi vazgeçmektir. Yani burada, bu belli örnekte öğrendiğimiz şey şu, eğer yarın savaşı benim kazanacağımı biliyorsak, ben aslında bugün kazanırım. Tekrar söyleyelim, eğer yarın savaşı benim kazanacağımı biliyorsak, aslında bugün kazanırım.

Yarın benim vazgeçen ve Jake'in savaşan olduğu tam tersi durumda da aynıdır doğrudur. Yani bir kez daha, şunu görmek çok kolaydır, Jake'in açısından eğer ben savaşacaksam o da savaşmak isteyecektir. Eğer ben vazgeçeceksem, o savaşmak isteyecektir. Yani her iki durumda da savaşmak isteyecektir. Yani ben vazgeçmek isteyeceğim. Yani bu oyundaki Nash dengesi (Vazgeç [1], savaş [1]) olur.

Yani bu aşamada, oyundaki tüm saf strateji alt-oyun mükemmel dengelerini bulduk. Ben bunları yazmadan önce onları bir açıklayalım. Saf strateji Nash dengelerinden birinde ben periyod 1'de savaşırım ve Jake periyod 1'de vazgeçer ve eğer 2'nci periyoda geçmiş olursak – ki aslında hiç geçmeyeceğiz – o zaman ben yine savaşırım ve o yine vazgeçer. Hadi bu dengeyi yazalım ve bunu şurada yapacağız. Aslında bunu yukarıdaki tahtada yapacağız. Bu dengenin tamamını yazarken doğru yazdığımdan emin olalım. Ben bu oyundaki tüm saf strateji AMD'leri bulduğumuzu öne sürüyorum. Bir tanesinde ben ilk periyodda ve ikinci periyodda savaşıyorum ve Jake ilk periyodda vazgeçiyor ve ikinci periyodda vazgeçiyor. Diğeri bunu ters yüz ediyor, ben ilk periyodda vazgeçiyorum ve eğer oraya gelirim ikinci periyodda vazgeçiyor olurum ve Jake ilk periyodda savaşıyor ve eğer oraya ulaşırsa ikinci periyodda da savaşıyor.

Bunlar düşünüleebilecek çok doğal dengeler. Eğer bunu mantıksal olarak alırsanız, her bir dengede bir tane savaşçı ve bir tane vazgeçen vardır. Savaşçı hep savaşır, vazgeçen hep vazgeçer. Eğer ben vazgeçenle oynadığımı bilirim, ben hep savaşırım, yani bu en iyi tepkidir. Eğer ben bir savaşçıyla karşılaştığımı bilirim, ben vazgeçmek isterim, yani bu bir en iyi tepkidir ve bu ikisi çok basit dengelerdir. Bu iyi haberdir. Buradaki kötü haber nedir? Kötü haber şudur amacımıza ulaşamadık. Amacımız şuydu, rasyonel oyuncuların kendilerini bir savaşta bulabileceklerini ortaya koymaktı ve eğer fark ederseniz her iki saf strateji alt-oyun mükemmel dengesinde de, her birinde de, gerçekten savaş görülüyor. Doğru mu?

Bunların her birinde bir kişi ilk periyodda savaşıyor, ama diğeri sadece kaçıyor. Buna pek savaş denmez. Tekrar söyleyeyim. Bu dengelerin her birinde, bir taraf savaşmaya hazırdır, ama diğeri değil, yani savaş olmaz. Özellikle, bu dengelerin hiçbirinde maliyet ortaya çıkmaz. Ama en başta şunu öne sürmüştüm, dengemizde maliyetlerin nasıl oluştuğunu açıklamak istiyordum. Rasyonel oyuncular bu maliyetlere katlanacaklar. Peki, burada kaçırdığım nedir? Daha maliyetli bir denge bulmak için ne yapmalıyım? Ben burada hala kaçırdığım bazı dengelerin olduğunu iddia ediyorum. Ne tip dengeleri kaçıyorum? Karma strateji dengelerini kaçıyorum.

Şimdiye kadar tek yaptığımız saf strateji dengelerini çözmekti ama şimdi geri gidip tüm oyunu karma strateji dengelerini bulmak için tekrar incelemeliyiz. Hepsini yapacağız – uzun bir nefes alın, çünkü az önce yaptığımız analizin hepsini alacağız, az önce yaptığımız analizin hepsini tekrar edeceğiz, ama bu kez karma strateji dengelerini arayacağız. Herkes yaptığımız şeyden mutlu mu? Yani ilk olarak, ikinci alt-oyuna geri gideceğiz. İşte ikinci alt-oyun ve çoktan saf strateji dengelerini bulduk, bu yüzden onları silmeme izin verin ve notlarınıza muhtemelen bu matrisi tekrar yazmak istersiniz. Ama ben tekrardan yazmayacağım çünkü zamanımız azaldı.

Bu daha önce gördüğümüz matrisin tam olarak aynısıdır, ama şimdi bu oyunda karma strateji dengesi aramak istiyorum. Bunu nasıl bulabilirim – bu iyi bir tekrar olur – bu gibi bir oyunda karma strateji dengelerini bulmak için ne yapmam gerekir? Karma strateji dengelerini bulmak için gereken hile nedir? New Jersey ve New Yorklu arkadaşlarımızı denemeli miyiz? Hadi New Jerseyli ve New Yorklu arkadaşlarımızı deneyelim. Benim New Yorklum nerede? New York ve New Jersey arasında gerçek savaşı ele alacağız, karma strateji dengesini nasıl buluruz?

Öğrenci: P'leri ve Q'ları kullanırsınız ve birbirine eşitlersiniz. Bu çok ham bir açıklaması.

Profesör Ben Polak: Bu ham bir şey tamam. Yani yanıt şuydu P'leri ve Q'ları buluruz ve “birbirlerine eşitleriz”. Gerçekte birini diğerine eşitlediğimiz nedir? Hadi buna bir tepki almaya çalışalım. Bizim New Jerseyli arkadaşımız kaçtı mı? Benim New Jerseyli adamım nerede? Kaçtılar. Texas'lılarımıza bir şans daha verebiliriz. Texas'ımız nerede? Buralarda bir yerlerde bir Texas'lı vardı, birini diğerine eşitledikleri neydi?

Öğrenci: Sanırım birinin savaşma ve diğerinin vazgeçme şanslarını.

Profesör Ben Polak: Tam olarak değil. P'leri ve Q'ları kullanma konusundaki açıklama doğrudu. Bu final için iyi bir tekrar. Bu P'ler ve Q'larla ne yapacağım? Bağırın.

Öğrenci: Diğer oyuncunun getirilerini kullanırsınız. .

Profesör Ben Polak: Diğer oyuncunun getirilerini kullanırız ve?

Öğrenci: Onları stratejileri arasında kayıtsız bırakırız.

Profesör Ben Polak: Güzel. Ben Oyuncu B'nin karmasını Oyuncu A'yı savaşmak ve vazgeçmek arasında kayıtsız bırakacak şekilde kullanırım. Bunun nedeni A'nın gerçekten de karma yapmasını inandırıcı kılmak içindir. Yani yine mantık şu, A'nın karma yapıyor olması için savaşmak ve vazgeçmek arasında kayıtsız olması gerekir. Bu yüzden B'nin A'yı kayıtsız yapan karmasını seçeceğim. Bu güzel bir tekrar. Hadi

bunu yapalım. Burada genelde Q harfini kullandım ama kafa karışıklığını önlemek için P harfini kullanayım. A'yı kayıtsız yapan P'yi seçeceğiz.

Yani eğer A savaşırsa getirisi ne olur? Hadi bir bakalım. Bu P olasılıkla $-C$ ve $1-P$ olasılıkla V olur. Bunu hatırlamaya başlamış olmalısınız. Bu ara sınav öncesiydi, ama ara sınav öncesi sizler hayattaydınız bu yüzden bunu hatırlıyor olmalısınız. Yani eğer savaşırsa, $-C P + V [1-P]$ alır. Eğer vazgeçerse o zaman P olasılık ile 0 ve $1-P$ olasılık ile 0 alır. Yani biliriz ki eğer A karma yapıyorsa, B bu iki rakamı eşitleyecek şekilde karma yapıyor olmalıdır. Yani bu iki rakamın birbirine eşit olduğunu biliriz. . Bunlar eşit olduğundan şimdi P'yi çözebiliriz, peki bu bize ne verecek? Bize $V[1-P] = P \times C$ verecek ve sanırım $P = V/[V+C]$ olacak. Doğru mu? Birisi benim cebirimi kontrol etsin.

Eğer ara sınavdan hemen önce gördüğümüz Şahin ve Güvercin oyununu hatırlarsanız—evrimi konuştuğumuz zaman baktığımız bir oyundu – bu temelde aynı oyun aşağı yukarı o oyun gibi ve aynı tarzda bir karmamız olduğunu da fark edeceksiniz. Yani $P = V / [V + C]$ ve bu da $1 - P = C / [V + C]$ demektir. Bunu yukarıda bırakıp asistanlardan birisinin benim için cebiri yapmasını umacağım. Ama sanırım bu doğru. Bu oyun simetriktir yani aynısını B için de yapabiliydik ama aynı şeyi bulacaktık: bu simetrik bir oyun. Yani karma strateji dengesi, bu oyundaki karma strateji Nash dengesinde her ikisi de karma yapar, ikisi de $V / [V+C]$ olasılıkla savaşır. Şimdi bu iyi haber, çünkü en azından biraz savaş elde ediyoruz ama bir şey yapmamız gerekiyor.

Az önce bulduğumuz bu Nash dengesini almamız gerekiyor ki bu ikinci alt-oyundaki Nash dengesidir. Bu yukarıdaki alt-oyundaki bir Nash dengesidir. Ve bu alt-oyundaki getirileri geriye taşımamız, bu alt-oyundaki denge getirilerini ilk safhaya taşımamız. Bu bizim metodumuz. Bunu nasıl yapacağız? İlk önce en iyisi bu getirilerin ne olduğunu hesaplayalım. Peki, bu dengedeki getiriler nelerdir? Bu karma Nash dengesindeki getirileri nelerdir? Her ikisi de bu karmayı oynarken getirilerin ne olduğunu görebilen var mı? Önce, savaşmanın getirisi ve vazgeçmenin getirisi aynı olmalı, doğru mu? Bu yüzden en kolay olanını seçebiliriz.

Benim iddiam vazgeçmenin getirisi şudur $0 \times P + 0 \times 1 - P$ ki bu da 0 eder. $V / [V + C] + 0 \times C / [V + C]$ ama bu da neye eşit? 0 , tamam güzel. Yani bu durumda (biraz da münasip bir şekilde) eğer ikinci periyotta bu karma strateji dengesini oynarlarsa, bunu oynamaktan alacakları getiri sıfırdır. Bu daha sonra hayatımızı çok kolaylaştıracak. Bu ikinci alt-oyundaki yeni dengemizdir. Şimdi bunu birinci oyuna geri taşıyalım.

İşte ilk oyunumuz tekrardan ve şurada olan hariç bunların hepsi doğru. Bu yüzden buradakini silelim. Önceden yapmış olduğumuz analiz aşağı yukarı aynı kalıyor. Burada hala eğer ikisi de vazgeçerse 0 alırlar. Eğer (Vazgeç, savaş) ise $(0, V)$ alırlar

veya $(V, 0)$ ve hala ikisi de savaşır C maliyetleri olur ve her ikisi de ikinci devre sürdürme Nash getirileri alırlar. Doğru mu?

Ama şimdi bu sürdürme Nash getirileri $(V, 0)$ veya $(0, V)$ olmak yerine, bu sürdürme getirileri ne olacaktır? Bunlar 0 olacaktır. Yani burada yapacağımız şey şudur, bu sıfır getirilerini geriye doğru çıkarım yaparız veya geri taşırız ve ilk devreye denk gelen matrisi oluştururuz. İşte burada. Savaş, Vazgeç – bu kez Jake'in beni düzeltmesine gerek kalmadan doğru yapmaya çalışacağım – küçük f, küçük l. Bu A. Bu da B. Ve buradaki getiriler $(0, 0)$ burada, $(0, V)$ ve $(V, 0)$ önceki gibi ve bu kutuda şimdi elimizde $-C + 0$ ve $-C + 0$ var. Yani önceden gördüğümüzle tıpa tıp aynı kutu, ama şimdi sürdürme getirileri sadece 0.

Yineleyelim, bu nedir? Bu Nash dengesi için – periyod ikideki karma Nash dengesi için diyelim. Şimdi yapmak istediğim şey şu periyod 1'deki karma dengeyi bulmak istiyorum. Periyod 2'deki karma dengeyi bulmuştuk. Şimdi, Periyod 1'deki karma dengeyi bulmak istiyorum. Burada şunu yapabiliyordum bir sürü zaman harcayabiliyordum. Buraya bir P ve 1-P koyabiliyordum ve Oyuncu B'nin hangi karması A'yı kayıtsız yapacak diye çözebiliyordum. Oyuncu A'nın hangi karmasının B'yi kayıtsız yapacağını hesaplayabiliyordum. Ama bu matriste bir şey fark eden var mı? Bu matriste neyi fark ediyorsunuz? Birisi burada bana yardımcı olmalı. Bana bu matrisi anlatın. Bu matrisle ilgili doğru olan nedir?

Öğrenci: Bu yukarıdakinin aynısıdır.

Profesör Ben Polak: Bu yukarıdakinin aynısıdır. Getirileri geri taşıyıp az önce çizmiş olduğum matris, buradaki matrisimle aynıdır. Tam anlamıyla aynı matristir. Yani bunun karma strateji dengesinin ne olduğunu çoktan biliyoruz. Bu matristeki karma Nash dengesinde ikisi de $P = V / [V + C]$ olasılıkla savaşır. Yani şimdi yeni alt-oyun mükemmel dengemizi göstermeye hazırız, hadi bunu çekelim.

Bu bizim tüm oyunumuz, saf strateji AMD'lerini bulduk ama şimdi karma AMD'yi bulmaya hazırız. Karma alt-oyun mükemmel dengesinde Oyuncu A – bunu yapmadan önce şu P'ye bir isim vereyim. Buradaki P'ye P* diyelim. Yani $V / [V + C]$ 'ye P* diyelim. Yani karma alt-oyun mükemmel dengesinde Oyuncu 1 karma yapar, ilk devrede P* olasılıkla savaşır ve ikinci devrede, yine karma yapar, P* olasılıkla savaşır. Yani bu Oyuncu 1 ve Oyuncu 2'de tam olarak aynısını yapar. Hazır buradayken, her oyuncu için bu karma alt-oyun mükemmel dengesini oynamanın değeri nedir? Sıfırdır – bunun getirisi – beklenen getirisi 0'dır.

Yani şimdi bir yerlere varmaya başladık, şimdi gerçekten bir yerlere varıyoruz. Bu nedenle hadi derin bir nefes alalım ve nerede olduğumuza bir bakalım. Bu oyunu parçalara ayırdık, sınıfta oynadığımız bu karmaşık oyun, makul bir biçimde – örneğin New York New Jersey'e karşı oynarken – tüm gece sürmesi akla yatkın olabilirdi. Açıkça belli ki Texas'lılar birbirleriyle oynarken değil veya futbol takımı beysbol takımı

ile oynarken değil, ama New York ve New Jersey olduğunda tüm gece sürebilirdi. Biz bunu iki periyodluk bir oyuna kısıtladık, ama bir dakika içinde, sonsuz uzunluktaki oyuna geri döneceğiz. Bu iki periyodluk oyunda, şunu ileri sürmeye çalıştım – sizi şuna ikna etmeye çalışıyorum—tamamen standart rasyonel oyuncularla dengede savaş elde edebilirsiniz: gururla alakası olmadan, itibarla alakası olmadan, bu arkadaşların New York ve New Jersey suyu içmiş çılgınlar oldukları gerçeğiyle alakası olmadan, Tanrı yardımcıları olsun.

Dengede sıradan insanlarla savaşma elde edebilirsiniz. Bizim gösterdiğimiz şey şuydu, savaş elde etmenin bir yolu karma strateji dengesinden geçer. Oyunun her bir periyodunda, insanlar P olasılıkla savaşır. Bu diğer tarafı vazgeçmeye teşvik etmek için yeteri kadar bir savaştır ve diğer tarafta yetecek kadar vazgeçme olasılığı da diğer tarafı savaşmaya teşvik edecek kadardır, ancak yetecek kadar. Eğer her periyodda bu dengeyi oynarlarsa, oyunun bitme ihtimali vardır ama P olasılıkla, oyun bir sonraki periyoda devam eder. Yani potansiyel olarak her iki periyodda da savaşla karşılaşabilirsiniz.

Bu arada, her iki periyodda da savaş olması olasılığı nedir? Bu güzel bir ev ödevi sorusu, burada yanıt vermeyeceğim, bunu evde çözebilirsiniz. Burada mı yapmalıyız? Bana söylemek isteyen birileri var mı? Peki, tamam, hangi olasılıkla ilk periyodda bir savaş, her iki oyuncunun da içinde olduğu gerçek bir savaş elde ederiz? İki oyuncunun da savaşmasına ihtiyacımız var, her biri P olasılıkla savaşıyor, yani her ikisinin de savaşıyor olma olasılığı nedir? P^2 . Yan ilk periyodda savaş olması olasılığı P^2 dir. O zaman iki periyodda da savaş görme olasılığı nedir? P^4 . Ama bir savaş görme olasılığımız P^4 . Biz dengede savaş görürüz. Daha da fazlası, Şahin-Güvecin oyununda çoktan öğrenmiş olduğumuz bazı akla uygun şeyler de görürüz. Savaşmanın olasılığı – yani bu dengede – V arttıkça savaşmanın olasılığı artar. Yani ödül artarsa, savaş görme ihtimaliniz artar: bu doğru gibi görünüyor. C ile ise düşer. Yani savaşmanın olasılığı ödülün büyüklüğüyle artar – bu mantiken doğru görünüyor – ve savaşmanın maliyetiyle düşer.

Şimdi, tamam, bu akla yatkın, ama ben size bunu sadece iki periyodluk değil sonsuz periyodluk bir oyunda gösterebileceğimi iddia etmişim. Bu yüzden, son 5 dakikayı sonsuz periyodluk oyunlara geçmek için harcadım. Herkes derin bir nefes alsın. Şimdi daha önce hiç yapmamış olduğumuz bir şeyi ele alacağız. Sonsuza dek sürebilecek bir oyunu ele alacağız. Sonsuza dek sürebilir. Bunu yapmanın yolu şu fikri kullanmaktır, şu şekli kullanmak. Yani sonsuz periyodluk bir oyunun gerçek ağacını çizemem. Sonsuz periyodluk oyunun ağacını çizemiyor olmamın nedeni: (1) tebeşirim biterdi ve (2) öğlen yemeği saatini geçerdik. Ama nasıl görüldüğünü hayal edebilirsiniz. Kabaca şunun gibi görünür.

Sonsuz periyodluk oyun şunun gibi görünür. Ve sonra tekrar eder ve sonra yine tekrar eder vesaire ve tahtadan aşağıya doğru böyle tekrar ederek devam eder ve şuradaki cadde her neyse onu geçer, kampüsü geçer. Sonsuz ağaç böyle bir şey gibi

görünür, yani belli ki bu objeyi analiz edemem. Ama size göstermek istediğim şey şu, bu sonsuz periyodluk bir oyun olsa bile bu oyunu hala çözebiliriz. Bunu nasıl yapacağız? Hadi herhangi bir safhasına bakalım. Hadi bu safhaya Safha 4503 diyelim, bu rakam her ne olursa: 4503 veya her neyse. İşte bu safha, bu keyfi bir safha ve bu keyfi safha için ağaç böyle görünür. Yapacağım şey şu: bu Safha 4503'tür ve buna ekleyeceğim şey şudur bu safhaya gelmeden önce, bazı batık maliyetleriniz olacaktır. Eğer bu safhadan sonra oynamaya devam edecek olursanız sürdürme değerleriniz olacaktır. Yani oyunun başına geldiğinizde, bazı batık maliyetleriniz oldu ve eğer diğer tarafından çıkarsanız ve oynamaya devam ederseniz, herhangi bir dengeyi oynarsınız ve sürdürme değerleri alırsınız. Ama diğer her yönden her şey aynıdır. Hala burada (0, 0) vardır, burada hala (0, V) vardır, burada hala (V, 0) vardır ve burada hala $-C$ artı sürdürme değerleri ve $-C$ artı sürdürme değerleri vardır. Bu daha önce görmüş olduğumuz bir şeydir. Bu küçük kutu daha önce görmüş olduğumuz bir şeydir.

Esasında önünde batık maliyetlerimiz vardır, ama onlar alakasızdır. Sonunda sürdürme değerlerimiz vardır ama bunları nasıl ele alacağımızı biliyoruz, onları sadece getirilere koyarız. Diyelim ki şimdi bu sürdürme oyununda, insanlar az önce bulduğumuz karma stratejiyi oynuyorlar. Diyelim ki sürdürme oyununda insanlar P olasılık ile karma yapıyorlar: yani P^* ile savaşıyorlar ve $1-P^*$ olasılıkla vazgeçiyorlar. Diyelim ki sürdürme oyununda karma strateji oynuyorlar. Bu durumda, bu oyunun sürdürme değeri nedir? Nedir? Sıfırdır, doğru.

Eğer gelecekte karma yaparlarsa, her zaman vazgeçme opsiyonu vardır yani o zaman sürdürme değeri 0 olmalıdır. Yani eğer gelecekte karma yaparlarsa o zaman sürdürme değeri (0, 0) olur. Şimdi bu tahtaya geri gelelim. Bu tahtayı yukarıdaki tahtaya denk yapmak için, yapmam gereken tek bir şey vardır. Önüne bazı batık maliyetleri eklemeliyim. Önünde batık maliyetlerim var. Ben oyunu oynayacağım. Ve sonra safha 2 getirileri yerine, ben hangi safha değerleri—bu neydi? — 4503 ve gelecekteki tüm safhalarda burada ve burada, ama bunun dışında her şey aynıdır. Ve oldukça makbul olan şey şu: bunların hepsi zaten 0'dır. Bunların hepsi zaten 0 olduğundan, bu matris hala doğrudur, sürdürme değerleri 0 ve 0'dır, şimdi bunlar sürdürme değerleridir. Ve eğer bu oyunda bir karma strateji dengesi ararsam, bu çoktan çözmüş olduğum bir şey olur. Bu oyundaki karma strateji dengesi nedir? Birileri? Bu önceden bulduğumu ile tam olarak aynıdır. Aynı önceki gibi, $V / [V + C]$ olasılıkla karma yaparım.

Hadi özetleyelim, bugün – hemen şimdi – daha önce hiç yapmamış olduğumuz bir şey yaptık. Sonsuz periyodluk veya en azından potansiyel olarak sonsuz periyodluk bir oyuna baktık: sonsuza dek sürebilecek bir oyuna. Sonsuza dek sürebilecek oyunu ele alırken izlediğimiz yol neydi? İki şey fark ettik. Bu oyunun önceden gelen kısmında, oyunun çoktan geçmiş olan kısmında gerçekleşmiş olan her şey sadece batık maliyettir. Bu alakasızdır. Maliyetse can acıtır. Kazançsa hoştur. Ama batıktır, bunu şimdi etkileyemezsiniz. Gelecekte olan herhangi bir şey şu değerle

özetlenebilir, gelecekte dengede oynayarak gelecekte elde edeceğim getiri. Bu durumda, gelecek karma yapmak anlamına geliyordu. Karma yapmak bana 0 değerini veriyordu. Yani burada gelecekte 0 değeri alıyorum.

O zaman, sadece içinde bulunduğum safhadaki oyunu analiz edebilirim, bu sanki sıradan, standart bir eşanlı hamle oyunuymuş gibi. Bunu yaptığımızda, bu belirli örnekte – tatilden sonra bunun gibi örneklerden daha fazla göreceğiz --- ama bu belirli oyunda, oldukça sürpriz bir şey bulduk. Bulduğumuz şey şuydu, bu gibi yıldırma savaşı koşullarında, dengede rasyonel oyuncuların – daha da fazlası, rasyonelliğin ortak bilgi olması; herkes rasyoneldir; herkes herkesin rasyonel olduğunu bilir – insanların sadece savaşmakla kalmadıkları, ama sonsuza dek savaşabilecekleri dengeler vardır. Her periyotta belli bir olasılıkla savaşlar ve bundan ekstra bir öngörü daha elde ettik, beklemediğimiz bir öngörüydü bu.

Size bu öngörüü vereyim ve dersi burada bırakalım. Ekstra öngörü şudur, eğer bu yıldırma savaşlarına bakarsak ve eğer zamanı takip edersek—bekleyin arkadaşlar henüz çıkmak için acele etmeyin—bir şey daha. Eğer oyunların devam ettikleri zamana bakarsak ve o zamanda savaşın bitme olasılığını takip edersek. Yani varsayalım ki Birinci Dünya Savaşında. Birinci Dünya Savaşının bir yıl veya iki yıl veya üç yıl veya 20 yıl veya her neyse sürdüğünü hayal edebilirsiniz. Bu yıldırma savaşındaki olasılık dağılımı şuna benzeyecektir. Her periyotta, devam etmenin olasılığı P^{*2} dir. Yani her periyotta, ihtimal – daha da geleceğe giderseniz savaşın bitme ihtimali daha yüksektir. Çok uzun ve çok maliyetli savaşlar olabilir, bu kötü haberdir. İyi haber ise bu çok sık olmaz. Sanırım şimdi oldukça büyük ve maliyetli bir savaşın içindeyiz, yani Şükran Gününde düşünmek üzere sizi bu hoş düşünce ile bırakıyorum. İyi tatiller ve sonrasında görüşürüz.

[transkript sonu]