

## Lorenz' s artikel: Sommerfugle effekten

Öngörülebilirlik: Brezilya'da Bir Kelebeğin Kanat Çırpması Teksas'ta Bir Kasırgaya Yol Açar mı?

*Edward N. Lorenz tarafından*

*American Association for the Advancement of Science önünde sunulmuştur, 29 Aralık 1972*

Olumlu bir cevabı olabileceğini öne sürmek bir yana, başlıktaki soruyu sorarken bile anlamsız görünmemek için, iki önerme sunarak uygun bir perspektife yerleştirmeye çalışmama izin verin.

1.Eğer bir kelebeğin tek bir kanat çırpışı bir kasırganın oluşmasında etkili olabiliyorsa, bu kelebeğin önceki ve sonraki tüm kanat çırpışları da, milyonlarca diğer kelebeğin kanat çırpışları gibi, kendi türümüz de dahil olmak üzere sayısız daha güçlü yaratığın faaliyetlerinden bahsetmeye bile gerek yok.

2.Bir kelebeğin kanat çırpması bir kasırganın oluşmasında etkili olabiliyorsa, aynı şekilde bir kasırganın önlenmesinde de etkili olabilir.

Daha genel olarak, yıllar içinde küçük çaplı bozulmaların hortum gibi çeşitli hava olaylarının meydana gelme sıklığını ne artırdığını ne de azalttığını öne sürüyorum; yapabilecekleri en fazla şey, meydana gelme sıralarını değiştirmektir. Bizi asıl ilgilendiren soru, bunu bile yapıp yapamayacaklarıdır - örneğin, tek bir kelebeğin anlık etkisi kadar az farklılık gösteren iki özel hava durumunun, genellikle yeterli bir süre sonra, bir kasırganın varlığı kadar farklılık gösteren iki duruma dönüşüp dönüşmeyeceğidir. Daha teknik bir dille ifade etmek gerekirse, atmosferin davranışı küçük genlikli pertürbasyonlara göre *kararsız* mıdır?

Bu soru ile hava durumunu tahmin etme becerimiz arasındaki bağlantı açıktır. Herhangi bir anda hangilerinin kanat çırpıtığını bir yana bırakın, tam olarak kaç kelepik olduğunu ve nerede bulunduklarını bile bilmediğimizden, sorumuzun cevabı olumluysa, yeterince uzak bir gelecekte hortumların meydana geleceğini doğru bir şekilde tahmin edemeyiz. Daha da önemlisi, fırtına kadar büyük sistemleri meteoroloji istasyonları arasında kayarken tespit etmekteki genel başarısızlığımız, yakın gelecekte bile genel hava durumunu tahmin etme yeteneğimizi zayıflatabilir.

Atmosferin dengesiz olup olmadığını nasıl belirleyebiliriz? Atmosfer kontrollü bir deney değildir; eğer onu bozar ve sonra ne olduğunu gözlemlersek, onu bozmasaydık ne olacağını asla bilemeyiz. Ne olacağını öğrenebileceğimize dair herhangi bir iddia

Hava tahminine atıfta bulunmak, cevabını aradığımız sorunun zaten olumsuz olarak yanıtlandığını ima eder.

Vardığımız sonuçların büyük bir kısmı atmosferin bilgisayar simülasyonuna dayanmaktadır. Çözülecek denklemler, atmosferi gerçekte yöneten denklemlere, mevcut bilgisayar yetenekleriyle uyumlu denklemlerle yaklaşmak için en iyi girişimlerimizi temsil etmektedir. Genel olarak iki sayısal çözüm karşılaştırılır. Bunlardan biri gerçek hava durumunu simüle ederken, diğeri biraz farklı başlangıç koşullarında gelişebilecek hava durumunu, yani mükemmel tahmin tekniği ile tahmin edilebilecek ancak kusurlu gözlemlerle tahmin edilebilecek hava durumunu simüle eder. Dolayısıyla çözümler arasındaki fark, tahmindeki hatayı simüle etmektedir. Daha güçlü bilgisayarlar ve atmosferik dinamikler hakkında daha iyi bilgiler elde edildikçe sürekli olarak yeni simülasyonlar gerçekleştirilmektedir.

Atmosferin kararsız olduğunu kanıtladığımızı iddia edemesek de, bunun böyle olduğuna dair kanıtlar çok fazladır. En önemli sonuçlar şunlardır.

1. Geleneksel gözlem ağları tarafından kolaylıkla çözülebilen hava modelinin daha kuralsız yapılarındaki küçük hatalar yaklaşık üç gün içinde iki katına çıkma eğilimindedir. Hatalar büyüdükçe büyüme hızı azalır. Sadece bu sınırlama bile, gözlem hatalarını yarıya indirdiğimiz her seferde kabul edilebilir tahmin aralığını üç gün genişletmemize olanak tanıyacak ve nihayetinde birkaç hafta önceden iyi tahminler yapma umudu sunacaktır.
  2. Daha ince yapıdaki küçük hatalar - örneğin, tek tek bulutların konumları - çok daha hızlı büyüme eğilimindedir, saatler içinde veya daha kısa sürede iki katına çıkar. Bu sınırlama tek başına geniş menzilli tahmin umutlarımızı ciddi şekilde azaltmayacaktır, çünkü normalde daha ince yapıyı hiç tahmin etmiyoruz.
  3. Kayda değer boyuta ulaşan ince yapıdaki hatalar, daha kaba yapıda hatalara neden olma eğilimindedir. Daha öncekilere göre daha az kesin olan bu sonuç, bir gün kadar sonra kaba yapıda kayda değer hatalar olacağını ve bunların daha sonra başlangıçta varmış gibi büyüyeceğini ima etmektedir. Daha ince yapıdaki gözlem hatasını yarıya indirmek -ki bu zorlu bir görevdir- daha kaba yapının bile kabul edilebilir tahmin aralığını sadece saatler veya daha az uzatacaktır. Dolayısıyla iki hafta veya daha uzun bir süre öncesinden tahmin yapma umutları büyük ölçüde azalır.
  4. Haftalık ortalama sıcaklıklar ve haftalık toplam yağış miktarı gibi bazı özel büyüklükler, tüm hava paternlerinin tahmin edilemediği bir aralıkta tahmin edilebilir.
- Herhangi bir teorik çalışmanın ne ima ettiğine bakılmaksızın, iki hafta veya daha uzun bir aralıkta iyi günlük tahminlerin yapılabileceğine dair kesin kanıt, herhangi bir tahmin planının genellikle bu aralıkta iyi sonuçlar verdiğinin geçerli bir şekilde gösterilmesiyle sağlanacaktır.



Bildigimiz kadarıyla, Őimdiye kadar böyle bir gösteri sunulmamıŐtır. Elbette, saf tahminler bile zamanın belirli bir yüzdesinde doğru olacaktır.

Őimdi sorunun ilk sorulduğu haline dönecek olursak, henüz dikkate alınmamıŐ bazı ek noktalar olduğunu fark ederiz. Her Őeyden önce, tek bir kelebeğin etkisi sadece ince bir ayrıntı değildir - k    k bir hacimle sınırlıdır. Hataların yođunlaŐmasını incelemek için iyi uyarlanmıŐ gibi görünen bazı sayısal yöntemler, hataların kısıtlı bölgelerden kısıtlanmamıŐ bölgelere dağılımını incelemek için uygun değildir. DođrulanmamıŐ bir hipotez, kelebeğin kanatlarının etkisinin türbülanslı havada yayılacağı, ancak sakın havada yayılmayacağıdır.

 kinci bir nokta ise Brezilya ve Teksas'ın zıt yarım kürelerde yer almasıdır. Tropikal atmosferin dinamik özellikleri ılıman ve kutup enlemlerindeki atmosferinkinden önemli ölçüde farklıdır. Sanki tropikal atmosfer farklı bir akıŐkanmıŐ gibi. Bir hatanın her iki yarımkürenin ılıman enlemlerinde binlerce mil yayılabilmesi, ancak ekvatoru geçememesi tamamen mümkün görünmektedir.

Bu nedenle, atmosferin istikrarsızlığına olan inancımızı teyit ederken bile, asıl sorumuzu birkaç yıl daha cevapsız bırakmalıyız. Bu arada, bugün hava tahmininde yapılan hatalar tamamen ya da öncelikle hava modellerinin daha ince yapısına bağlanamaz. Bu hatalar esas olarak, daha kaba yapıları bile tam olarak g zlemleyemememizden, yöneten fiziksel ilkeler hakkındaki eksik bilgimizden ve bu ilkeleri insan zihninin ya da bilgisayarın uygulayabileceği prosedürler olarak formüle ederken kaçınılmaz olarak ortaya çıkan yaklaŐımlardan kaynaklanmaktadır. Bu eksiklikler tamamen ortadan kaldırılamaz, ancak geniŐletilmiŐ bir gözlem sistemi ve yoğun araŐtırmalarla büyük ölçüde azaltılabilir. Küresel Atmosferik AraŐtırma Programı'nın nihai amacı kesin tahminler yapmak değil, atmosferin bize yaptırmak istediği en iyi tahminleri yapmaktır.

Kilde: <http://voluntaryboundaries.blogspot.com/category/edward-n-lorenz/>