

HFT – C++ – BIST

İslam YAŞAR



Özet

- HFT | High Frequency Trading
- HFT Dünyası'nda C++
- Borsa İstanbul ve HFT

HFT | High Frequency Trading



HFT | Tanım

- Algoritmik alım - satım işlemlerinin bir alt sınıfı olan yüksek frekanslı işlemler; öncesinde programlanan alım-satım stratejileri doğrultusunda saniyenin milyonda biri hızlara ulaşan (mikrosaniye ve altı) otomatik alım - satım işlemleri olarak tanımlanmaktadır.
- İleri teknoloji bağlantı altyapıları ile çalışan HFT platformları, yaygın olarak özel protokoller aracılığıyla; Hisse Senedi, Döviz , Vadeli İşlemler, Kripto Para piyasalarında kullanılmaktadır.

HFT | Tanım

Algoritma Hızları	Günlük Saatlik Dakikalık	Saniye Milisaniye (binde bir saniye)	Mikrosaniye (milyonda bir saniye) Nanosaniye (milyarda bir saniye)
Algoritmaların Çalışma Ortamları	Kişisel Bilgisayarlar	Veri merkezleri Yüksek Hızlı Sunucular	Borsa Kolokasyon Özel Tasarım Sunucular Çok yüksek Hızlı Elektronik Devreler
Algoritmaları Kullanım Şekli	Kişisel Bilgisayarlar Cep telefonları	Kişisel Bilgisayarlar Cep Telefonları	Özel Bağlantı Yöntemleri
Kişi Başına Maliyetler	Çok Düşük	Düşük - Orta	Yüksek - Çok yüksek
Karar Mekanizmaları	İnsan Algoritma	Algoritma	Algoritma

HFT | Tanım

- HFT, diğer alım-satım (trading) modellerinden farklı bir kazanç modeline sahiptir. Temelde çok küçük kar marjlarıyla çok büyük hacimlerde, emirleri gerçekleştirmeye odaklanır.
- HFT stratejilerinin bir sonucu olarak, pozisyonlar genellikle piyasa açısından nötr veya 'yönsüz' olarak alınır. Bu pozisyonlar kurallar doğrultusunda sıkı bir şekilde 'hedge' edilir. Pozisyonlar genelde gün sonunda kapatılır. Tutulan ortalama pozisyon süresi oldukça kısadır ve mikrosaniyelerden dakikalara kadar değişebilir.

HFT | Etki

- Likidite Artışı
 - Yapılan işlem sayısı arttıkça, emirler piyasalara daha fazla likidite sağlayabilir. HFT firmalarının, büyük piyasalarda hisse senedi işlem hacminin %50' sinden fazlasına katkıda bulunduğu tahmin edilmektedir.
- Fiyat Aralığı (Spread) Daralması
 - HFT kullanıcılarının en rekabetçi alım-satım fiyatlarını sunması, fiyat aralıklarının daralmasına yol açabilir.

HFT | Etki



HFT | Gereksinim

- Veriye hızlı erişim (Kolokasyon Hizmeti)
- Güçlü Donanım (CPU, Ram ..)
- Özel Ağ Donanımları (NIC, L1 Switch ..)
- Performans Odaklı Yazılım (Kernel Bypass, Lock-Free Queues..)
- İlgili Borsa Network Topolojisi ve Piyasa Mikroyapısını Bilmek

HFT | Gereksinim



HFT | Gereksinim

Bir HFT algoritmasının çalışabilmesi için temel olarak iki veri türüne ihtiyacı vardır.

- Borsalar tarafından sağlanan, en iyi fiyat seviyelerindeki LOB (Limit Order Book) bilgisi

Emir	Miktar	Alış	Satış	Miktar	Emir
1	6.877	36,35	36,37	14.374	3
2	5.001	36,34	36,38	78.125	8
2	3.200	36,33	36,39	29.105	35

- Alış ve satış fiyatı arasındaki karlı fiyat aralığı (Spread).

HFT | SSF Arbitraj

SSF (Single Stock Futures) arbitrajı, bir hisse senedinin spot (anlık) fiyatı ile aynı hisseye dayalı vadeli işlem sözleşmesinin fiyatı arasındaki farklardan risksiz veya düşük riskli kazanç elde etme stratejisidir.

Bu strateji, spot ve vadeli piyasalardaki fiyat uyumsuzluklarını kullanarak:

- Spot piyasada alım veya satım yapmayı,
- Vadeli piyasada ise zıt yönlü işlem açmayı içerir.
- Amaç, vade sonunda fiyatların birbirine yaklaşmasından doğacak kazancı **düşük riskle realize etmektir.**

HFT | SSF Arbitraj

Hayali olarak Borsa İstanbul'da UTHOL koduyla işlem gören Ütopya Holding üzerinden SSF Arbitraj işlemi gerçekleştirelim.

- Belirlediğimiz fiyat aralığına göre (spread) aşağıdaki fiyatlardan işlem geçirdik. 104 liradan pay vadeli sözleşmesi satıp karşılığı olan pay piyasasından 100 lira fiyatlı UTHOL satın aldık.

İşlem	Yön	Fiyat
Spot piyasada UTHOL al	Long	100,00 TL
Vadeli piyasada SSF sat (F_UTHOL0525)	Short	104,00 TL

HFT | SSF Arbitraj

- Pozisyon taşımak istemiyoruz ve 'anlık' olarak yakaladığımız fiyat aralığından işlem geçirmeyi amaçlıyoruz.

Piyasa	Enstrüman	Fiyat (TL)	Pozisyon Kapatma
Spot	UTHOL	102,00 TL	Sat (kapat)
Vadeli	F_UTHOL0525	102,00 TL	Al (kapat)

- Yapılan işlemler sonucunda 400 TL brüt kar elde etmiş oluyoruz.

• Spot piyasada:

- Alış: 100,00 TL → Satış: 102,00 TL → **+2 TL**

• Vadeli piyasada:

- Satış: 104,00 TL → Alış: 102,00 TL → **+2 TL**

Toplam Kar: $2 + 2 = 4$ TL / hisse
100 adetlik kontrat için → **400 TL brüt kar**

C++ | Beautiful Beast



C++ | Yazılım

Yazılım Tabanlı HFT (Software-Based HFT)

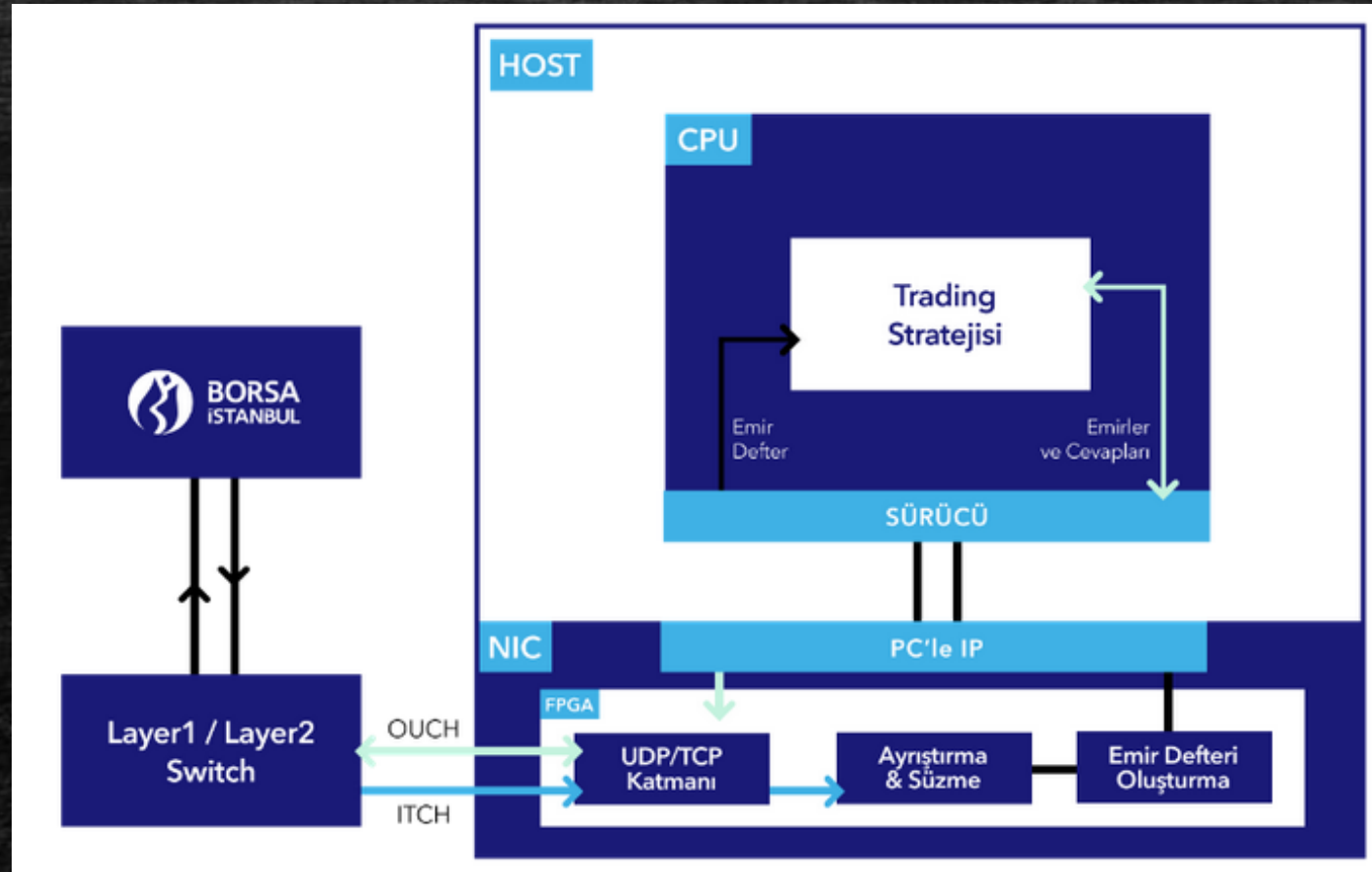
- İşlemler, genel amaçlı işlemciler (CPU) üzerinde çalışan yazılım algoritmalarıyla gerçekleştirilir.
- Kodlama dilleri (C++, C) ve optimize edilmiş sunucular kullanılır.
- Avantaj
 - Algoritmalar kolayca güncellenir ve özelleştirilir.
 - Donanım yatırımı daha düşüktür.
- Dezavantaj
 - Gecikme (latency) Tam FPGA veya hibrit sistemlere göre daha yüksektir.

C++ | Hibrit

Hibrit HFT

- Yazılım ve donanım kombinasyonuyla çalışır.
- Kritik görevler donanıma, karmaşık analizler ise yazılıma bırakılır.
- Avantaj
 - Yazılımın esnekliği ile donanımın hızını birleştirir.
 - Orta düzeyde gecikme.
- Dezavantaj
 - Sistem tasarımı ve entegrasyonu daha zordur.
 - Yazılım tabanlıdan pahalı, tam FPGA' den ucuzdur.

C++ | Hibrit



C++ | FPGA

Tam FPGA Tabanlı HFT (Full FPGA-Based HFT)

- İşlemler tamamen FPGA kartı üzerinde çalışan özel donanım devreleriyle yapılır.
- Algoritmalar donanıma gömülüdür, yazılım katmanı minimumdur.
- Avantaj
 - Ultra düşük gecikme
- Dezavantaj
 - Geliştirme Zorluğu
 - Yüksek maliyet

C++ | Disiplin

- **Spin (Busy-Waiting)**

Bir iş parçasığının (thread) bir koşulun sağlanmasını beklerken merkezi işlem birimini (CPU) aktif bir döngü içerisinde sürekli sorgulamasıdır.

- **Pin (CPU Affinity)**

Bir iş parçasığının belirli bir işlemci çekirdeğine atanarak kısıtlanmasıdır. İşletim sistemi zamanlayıcısının (scheduler) müdahalesi ve bağlam değişiminin (context switching) neden olduğu öngörülemeyen gecikmeleri elimine etmeyi hedefler.

- **Drop-in (Kernel Bypass)**

İşletim sistemi ağ yığını (network stack) atlayarak ağ paketlerinin doğrudan kullanıcı alanı (user-space) ile ağ arayüz kartı (NIC) arasında transferini sağlayan yazılım bileşenleridir. Amacı, ağ iletişimindeki işletim sistemi kaynaklı gecikmeleri ortadan kaldırarak ultra düşük gecikmeli veri iletimi sağlamaktır.



C++ | Modül

Tipik bir HFT uygulaması temelde dört modülden oluşur

- Market Verisi Erişimi ve Dağıtımı (Market Data Distribution)
- Emir Yönetimi (Order Gateway)
- Strateji (Financial Strategy)
- Risk Yönetimi (Risk Management)

BIST | Borsa İstanbul



BIST | Genel

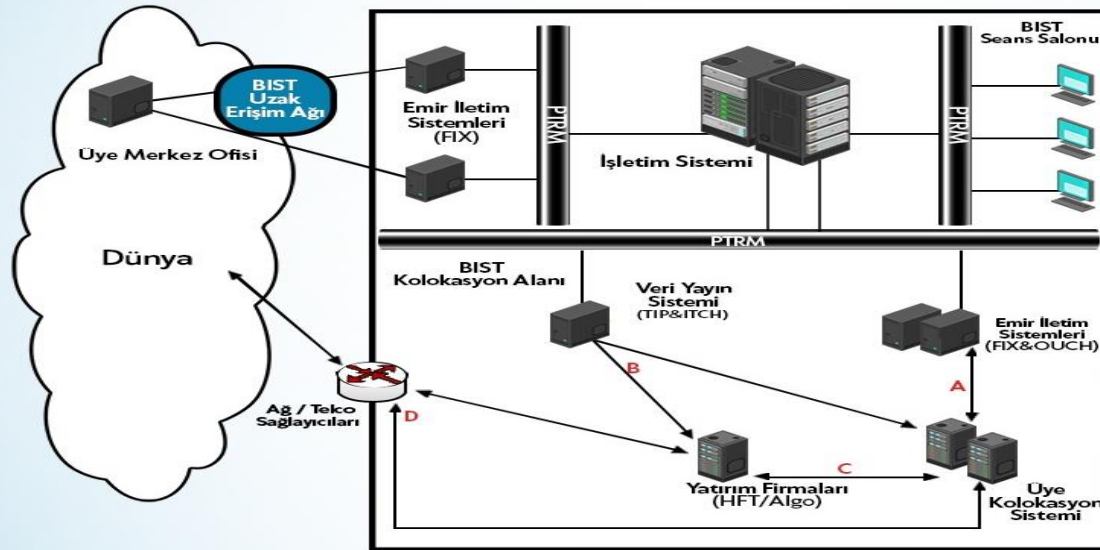
- 2015 yılındaki BISTECH geçişiyle beraber Borsa İstanbul'da HFT işlemlerinin yapılması mümkün kılındı.
- HFT uygulamasını Borsa İstanbul çatısı altında kullanmak için yetkili bir aracı kurumdan kolokasyon hizmeti kiralanmalıdır.
- Borsa İstanbul'da HFT uygulamasını çalıştırmak için PTRM (Pre-Trade Risk Management) tanımlarının yapılması zorunludur.
- Market verisi, UDP üzerinden multicast olarak verilir.
- Emir gönderimi, yetkilendirme (login) gerektiren TCP üzerinden sağlanır.

BIST | Genel

- Kaynakların adil kullanımını sağlamak ve hizmet kalitesini arttırmak için her bir OUCH protokolü kullanıcısına önceden tanımlanmış saniye başı emir kısıtlaması (throttling) uygulanır.
- HFT'nin ilgilendiği market verisi; 4 pay, 4 pay vadeli, 1 döviz ve kıymetli maden sözleşmeleri kanalları üzerinden verilir.
- Kullanıcıların gönderdiği emirler ise 'gateway'ler üzerinden alınıp 'matching engine(ler)' üzerinde işlenir.

BIST | Genel

Borsa İstanbul Veri Merkezi



Bağlantılar

A: Borsa Emir İletim Bağlantısı
(Sadece Borsa üyelerine tahsis edilmiştir.)

B: Veri Yayın Bağlantısı
(Borsa İstanbul veri anlaşmalarını imzalayan taraflara tahsis edilmiştir.)

C: Çapraz Bağlantı
(Kolokasyon üyeleri/müşterileri arasındaki iletişim için sağlanan bağlantı.)

D: Telco Bağlantısı
(Telco sağlayıcılarına erişim için sağlanan bağlantı.)

Borsa Erişim Noktaları

- 1) BIST Uzak Erişim Ağı
- 2) BIST Seans Salonu
- 3) BIST Kolokasyon Alanı

Ürünler & Hizmetler

PTRM: Borsa üyelerine emir ve işlemlerden kaynaklanan riski takip ve kontrol imkanı veren İşlem Öncesi Risk Yönetimi uygulamasıdır.

ITCH & OUCH: HFT/Algo tipli işlemlere yönelik veri ve emir iletim protokolleri.

TIP & FIX: Konvansiyonel işlemlere yönelik veri ve emir iletim protokolleri.

END

Teşekkürler

