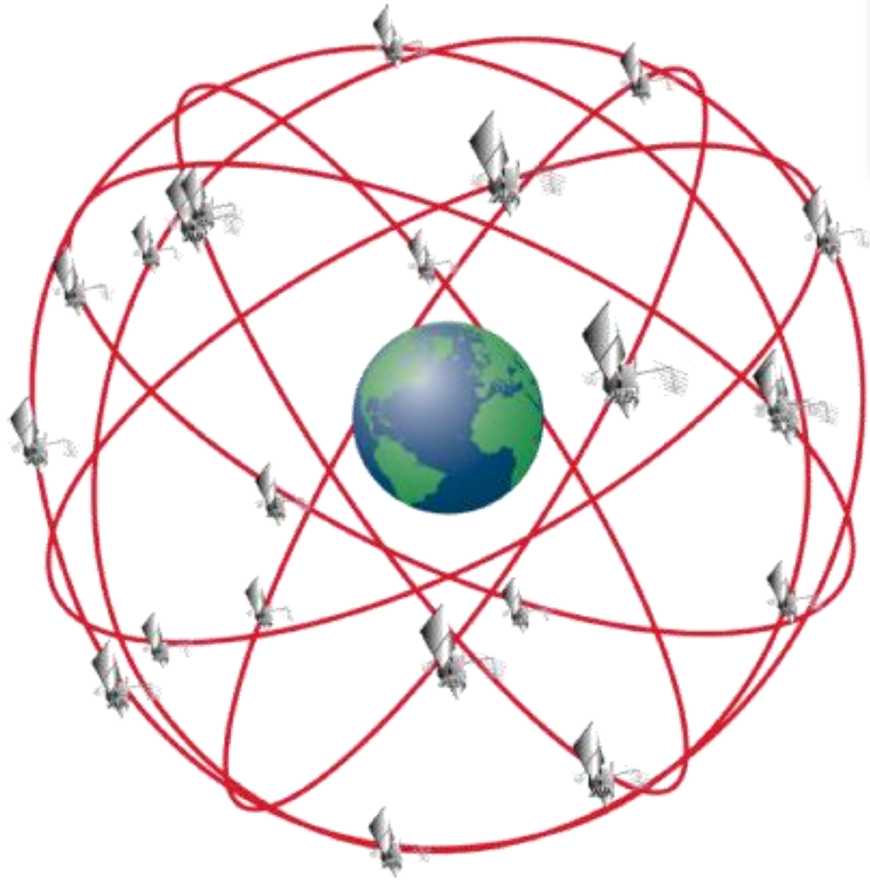
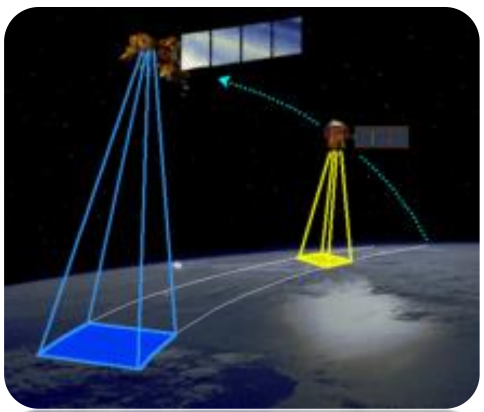




ماموریتهای توزیع شده و منظومه ها
تاثیر بر برنامه های راهبردی فناورانه

در مورد چه صحبت خواهیم کرد

- ماموریت‌های توزیع شده
- منظومه و پارامترهای مشخصه آن
- چرا منظومه؟
- محدودیت‌های منظومه
- منظومه در جهان
- منظومه برای کشور
- نانوماهواره های مکعبی و منظومه

ماموریتهای توزیع شده

- یک سیستم فضایی تشکیل شده از مجموعه ای از المانهای فضایی که میتوانند برای رسیدن به یک هدف مشترک به ارتباط، تعامل و همکاری بپردازند
  - همزمانی کارکرد المانها
  - مقاومت در برابر شکست سیستم های منفرد
  - مقیاس پذیری و انعطاف در طراحی و توسعه سیستم

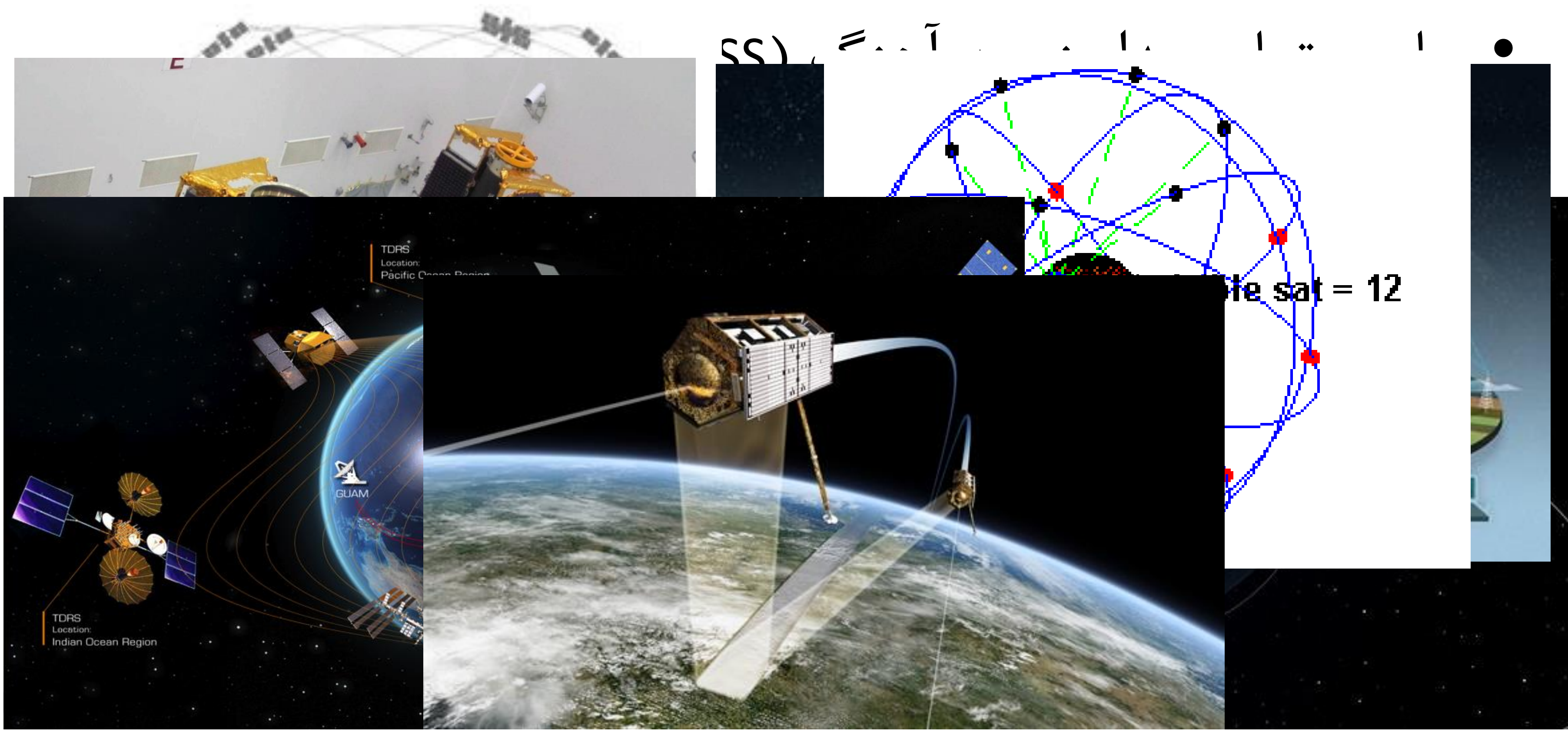
تمرکز کنونی

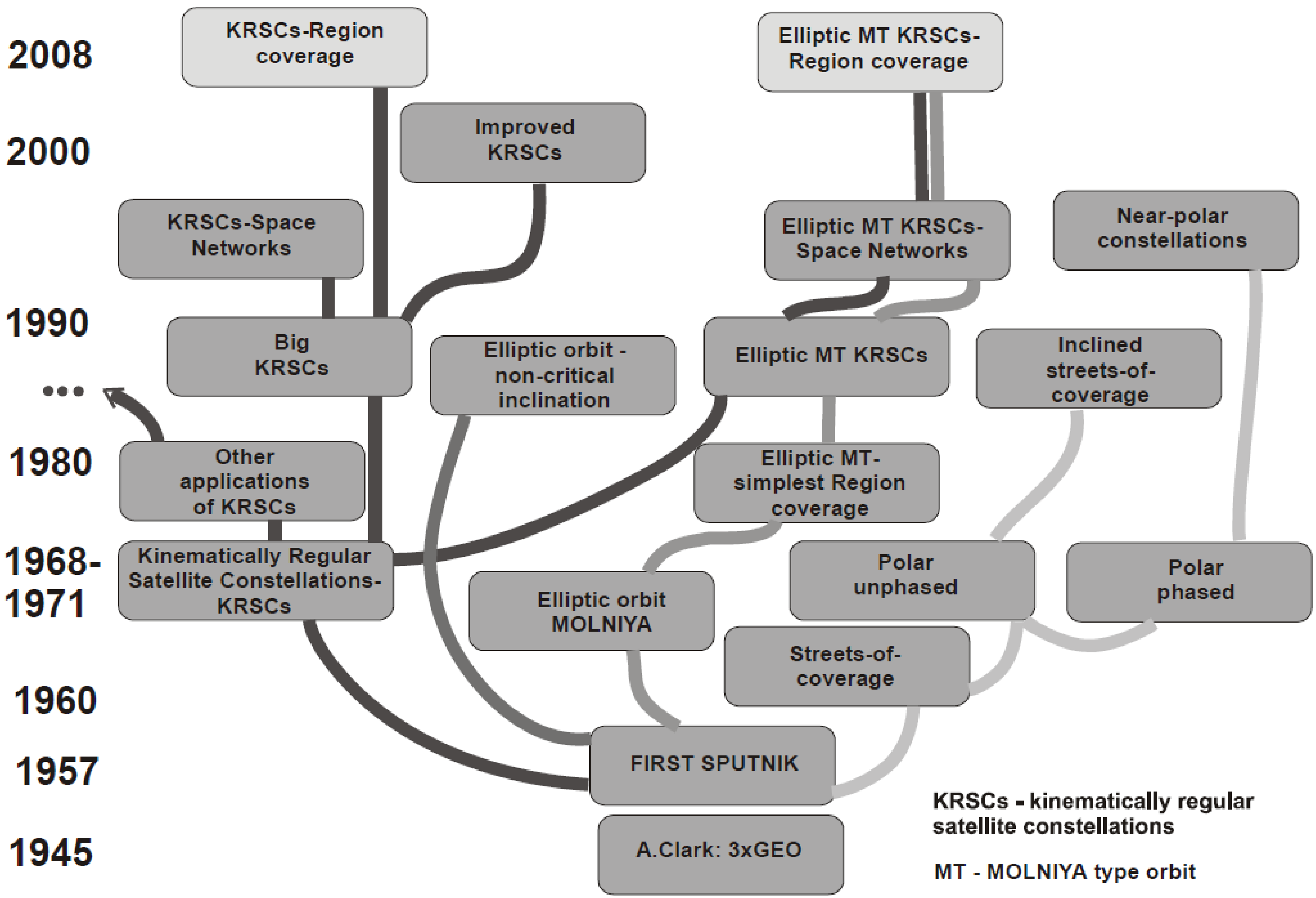
ماهواره های نانو و میکرو

ارتقا زنجیره ارزش بالادست

تاریخچه ماموریتهای توزیع شده

- منظومه های ناوبری در دهه ۸۰ میلادی(GPS)
- ماموریتهای مخابرات ماهواره ای (Iridium, Globalstar)

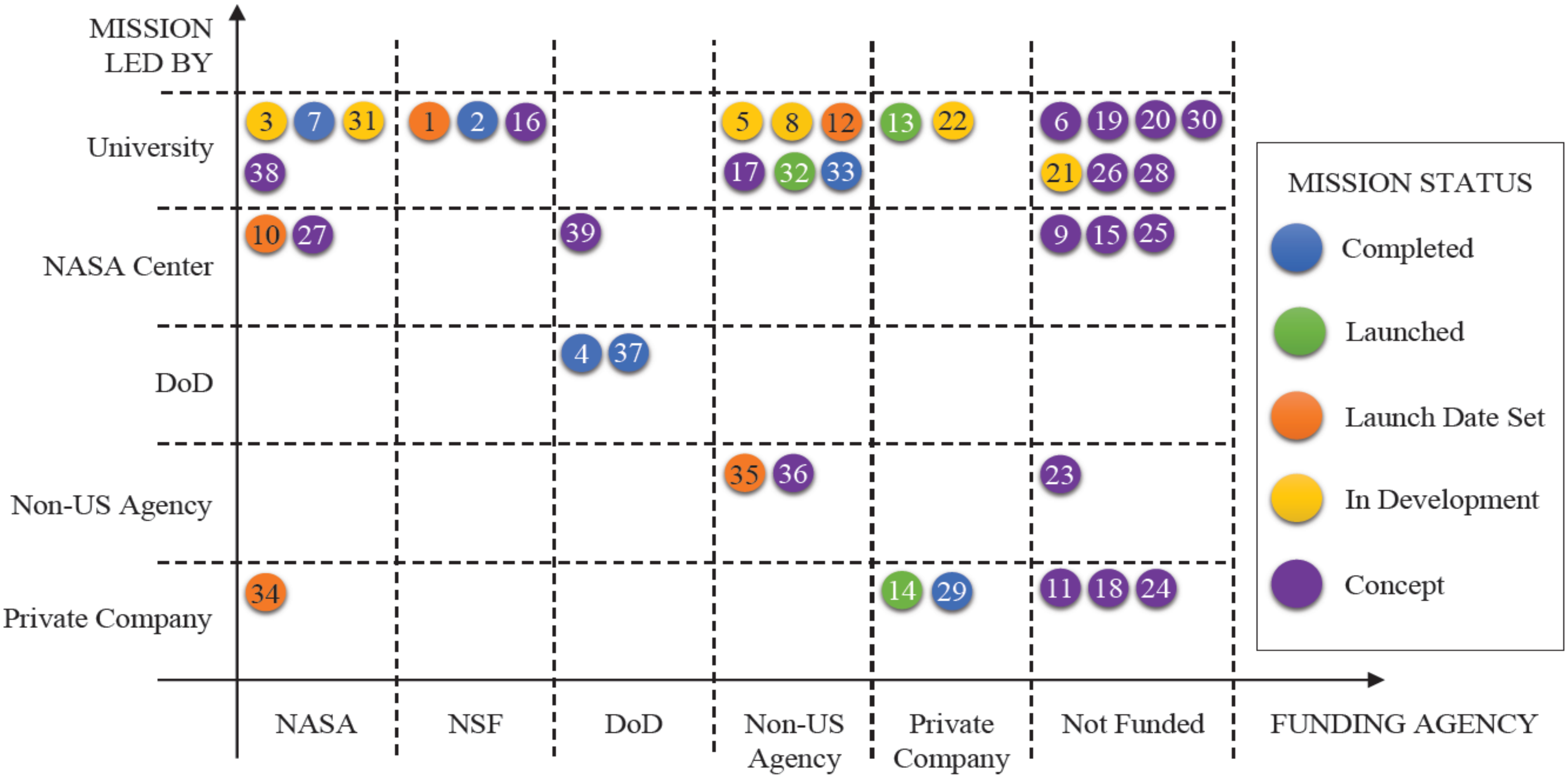



2008
2000
1990
...
1980
1968-
1971
1960
1957
1945
KRSCs-Region coverage
Improved KRSCs
KRSCs-Space Networks
Big KRSCs
Other applications of KRSCs
Kinematically Regular Satellite Constellations-KRSCs
Elliptic orbit - non-critical inclination
Elliptic orbit MOLNIYA
FIRST SPUTNIK
A.Clark: 3xGEO
Elliptic MT KRSCs-Region coverage
Elliptic MT KRSCs-Space Networks
Elliptic MT KRSCs
Elliptic MT-simplest Region coverage
Near-polar constellations
Inclined streets-of-coverage
Polar unphased
Polar phased
Streets-of-coverage
KRSCs - kinematically regular satellite constellations
MT - MOLNIYA type orbit

ادبیات ماموریتهای توزیع شده

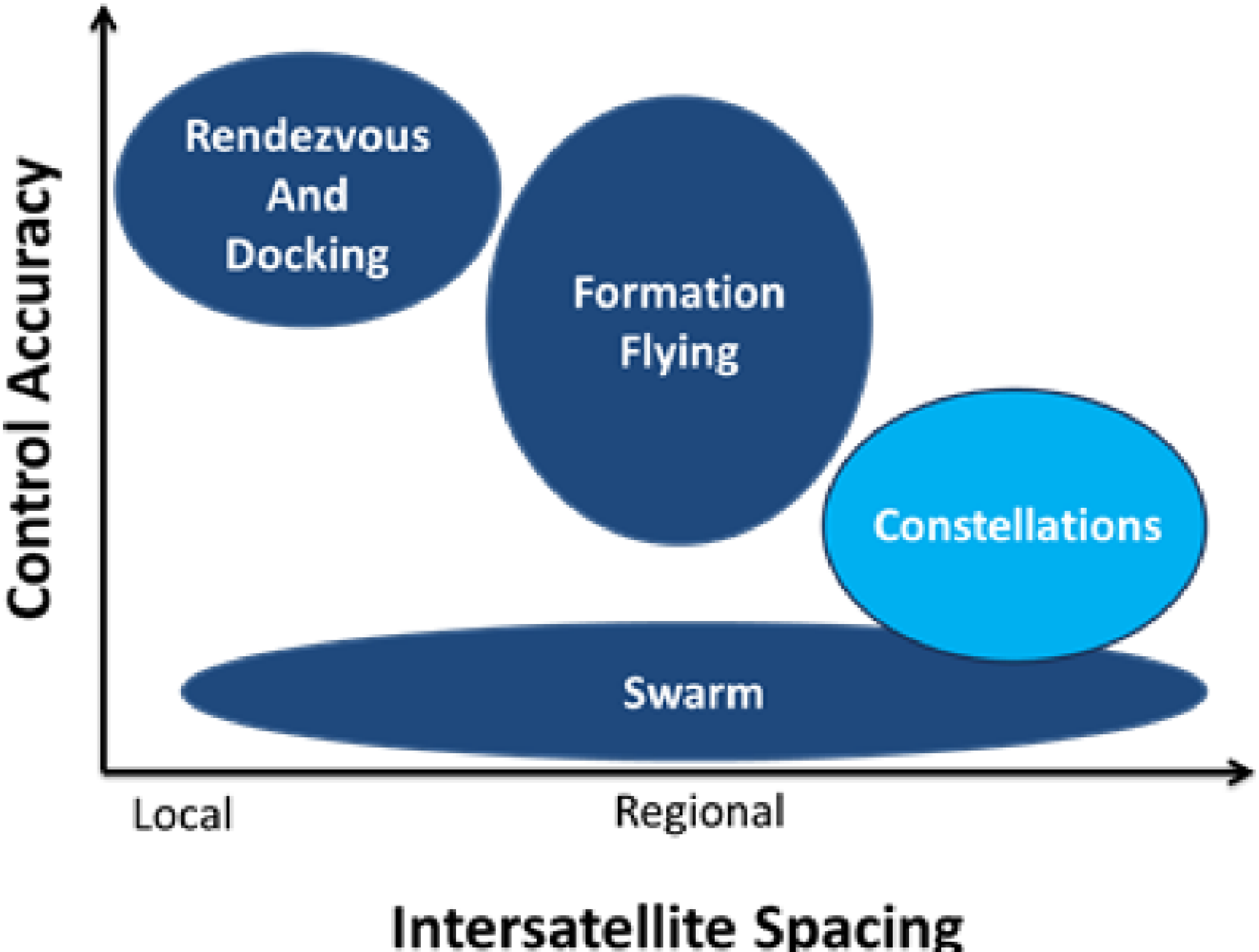
DSS architectures	Mission goals	Cooperation	Homogeneity	Inter-Satellite distance	Autonomy
Constellations	Mission goal shared (Iridium, GPS)	Cooperation required to support mission goals	Homogeneous components, some differences possible (GPS generations)	Regional	Autonomous
Trains	Independent, but could be shared	Cooperation from optional to required	Heterogeneous components	Local	Autonomous
Clusters	Mission goal shared	Cooperation required to support mission goals	Homogeneous components	Local	Autonomous to completely co-dependent
Swarms	Mission goals shared	Cooperation required to support mission goals	From homogeneous to heterogeneous components	From local to regional	Autonomous to completely co-dependent
Fractionated Satellites	Mission goals shared	From optional (service areas) to required (distributed critical functions)	Heterogeneous components	Local	Autonomous to completely co-dependent
Federated Satellites	Independent mission goals	Ad-hoc, optional	Heterogeneous components	From local to regional	Autonomous

پراکندگی ماموریتهای توزیع شده



مزایای بالقوه ماموریتهای توزیع شده

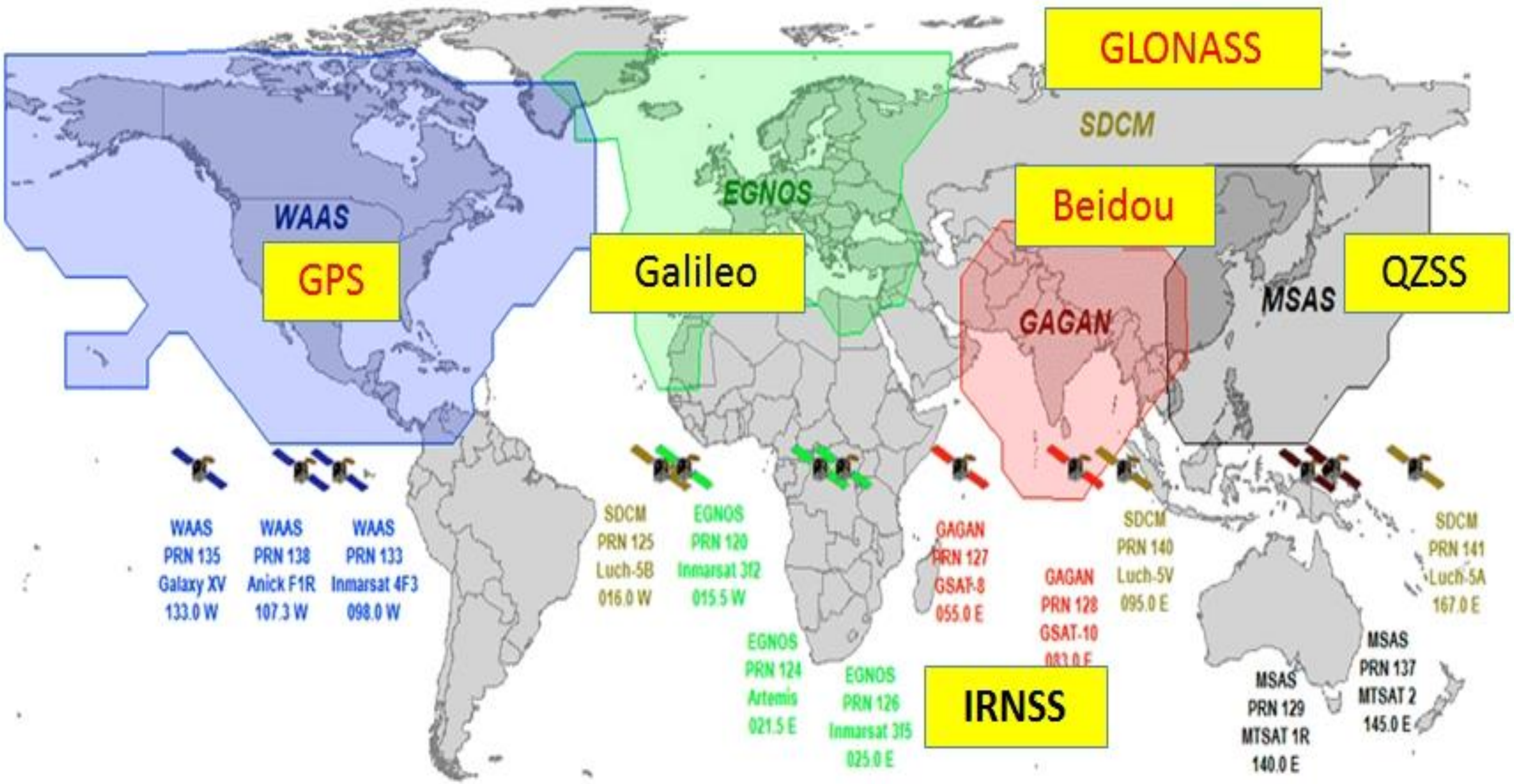
- تمرکز زدایی منابع
  - ماهواره های کوچکتر و ساده تر
  - امکان تولید انبوه ماهواره
  - ترغیب طراحی ماژولار
- تعدد ماهواره ها
  - تقسیم وظایف
  - ارتقای کیفیت
  - جلوگیری از تداخل
- توزیع فضایی محموله ها
  - کاهش فاصله تا هدف
  - ایجاد دید مجزا و پراکنده
  - زوایای دید مختلف
  - بار پردازشی کاهش یافته
- افزایش قابلیت اطمینان
  - توسعه پلکانی و ارتقا
  - تنوع مسیر
  - قابلیت چند ماموریتی


Control Accuracy
Rendezvous And Docking
Formation Flying
Constellations
Swarm
Local
Regional
Intersatellite Spacing

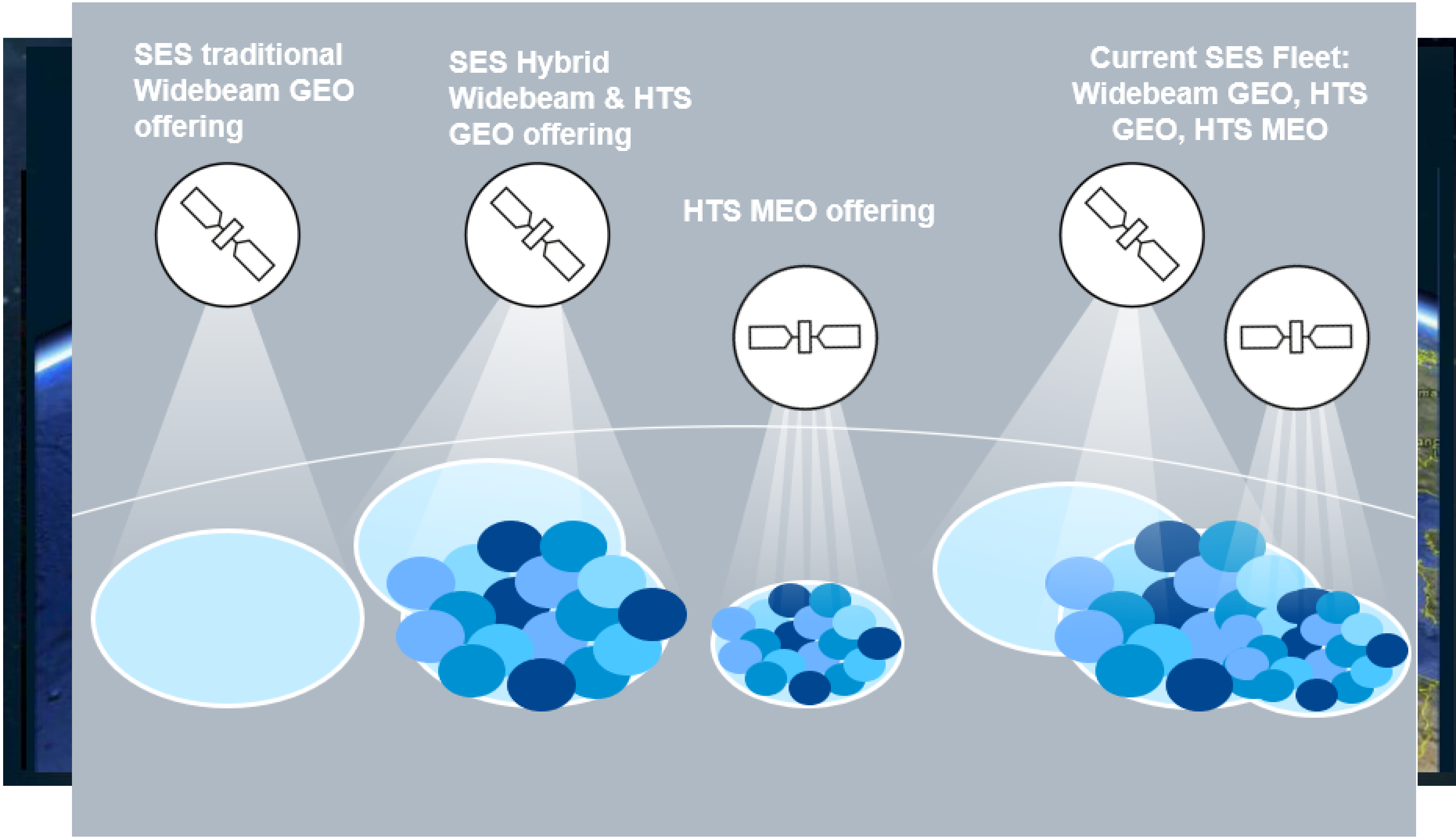
ماموریتهای منظومه ها

- ناوبری
- توزیع اطلاعات
- موبایل ماهواره ای
- جمع آوری جهانی داده ها
- نظارت بر ترافیک هوایی و دریایی
- پیش بینی کوتاه مدت و محدود هوا
- ماموریتهای سنجش از دور با سوژه های گسترده و قیود زمانی

منظومه ناوبری

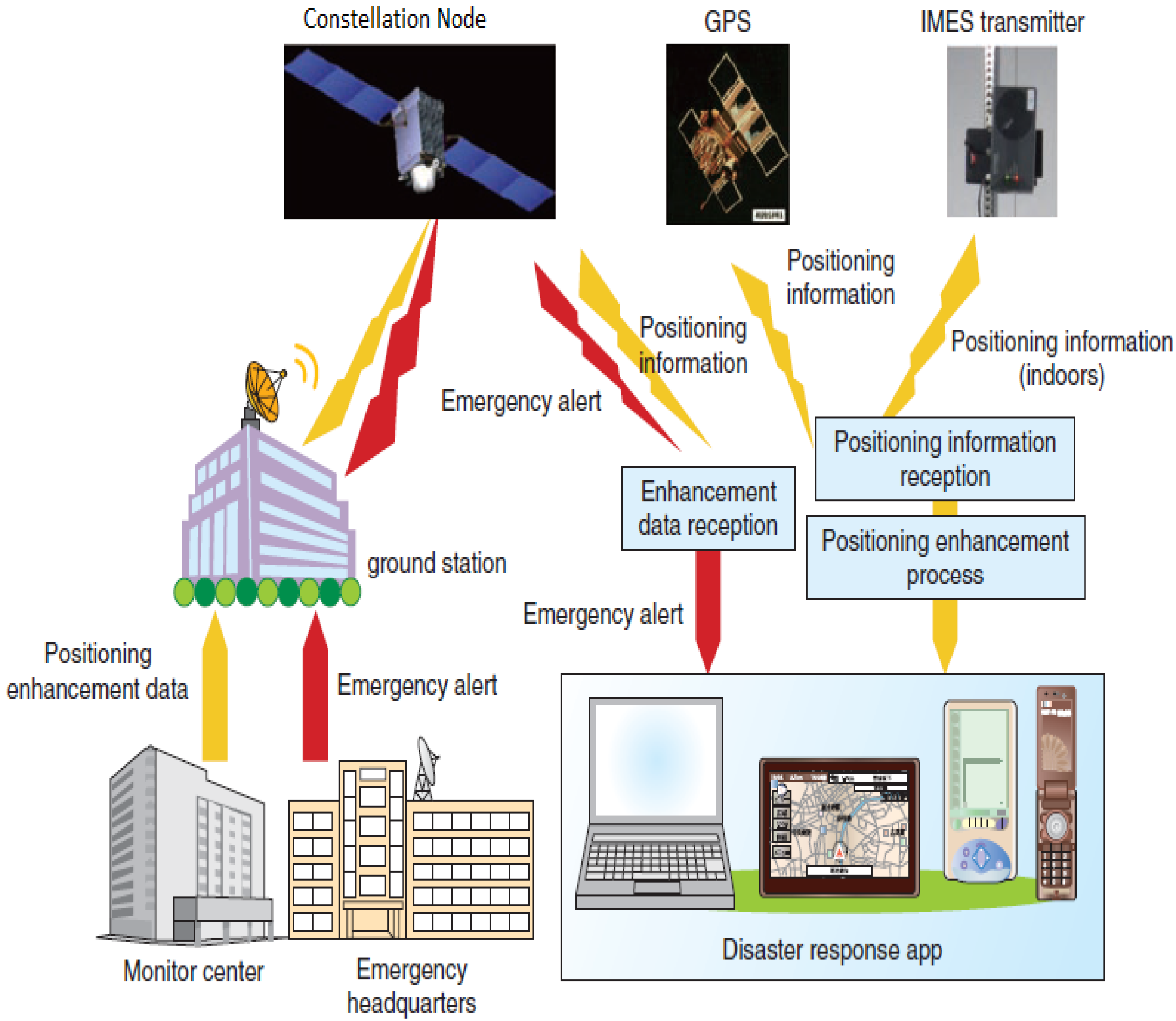


منظومه مخابراتی

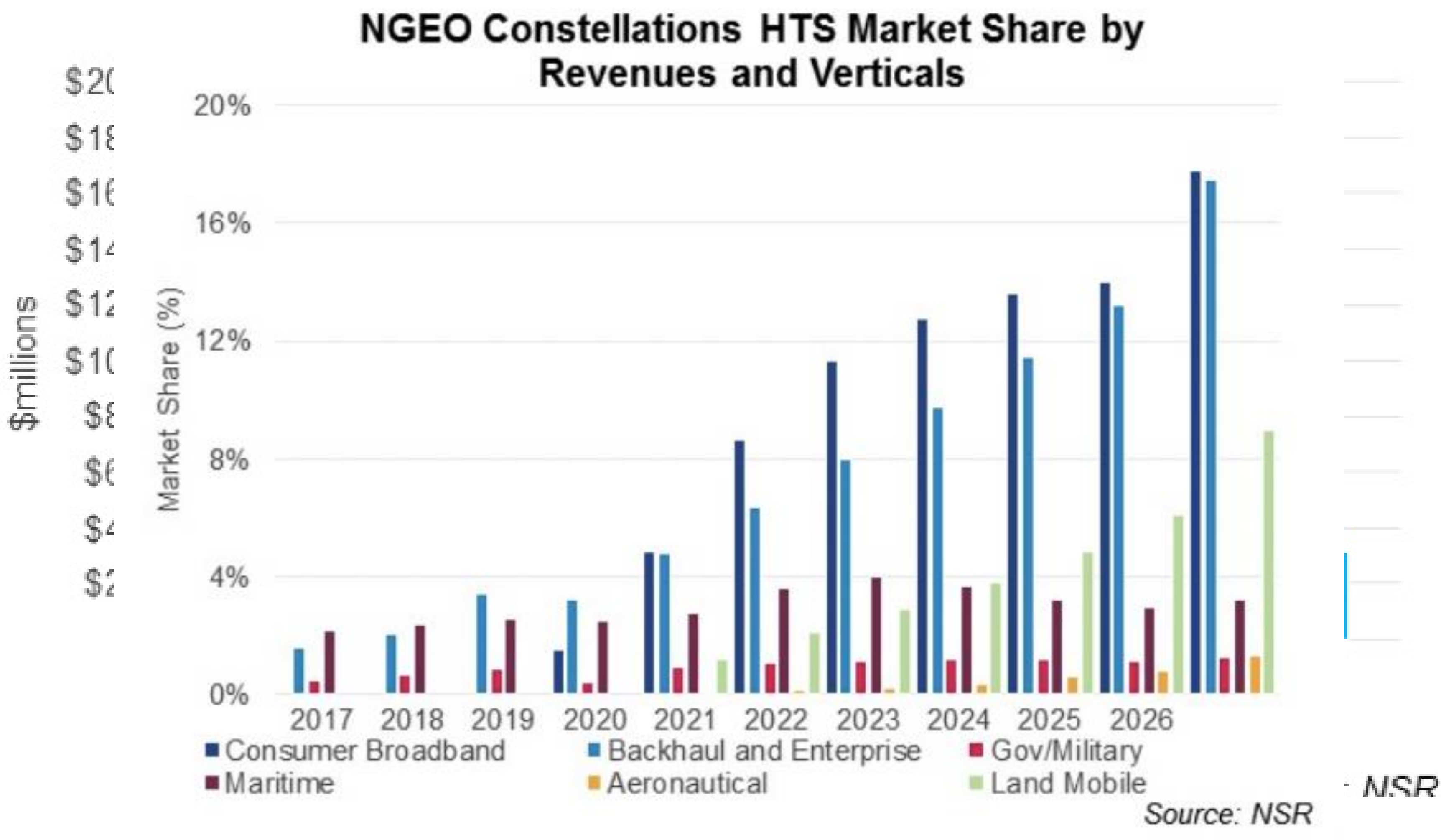


بررسی رقبا

	#satellites	Mass class
SkyFi	60	<10kg
Outernet	100	<10kg
Yaliniy	135	
Sky Space and Global	200	<10kg
Blink Astro	12	
80LEO	288	~150kg
Commstellation	Up to 800	~150kg
Kepler communications	?	<10kg
Audacy	200	<10kg
...		


Constellation Node
GPS
IMES transmitter
Positioning information
Positioning information
Positioning information (indoors)
Emergency alert
Positioning information reception
Enhancement data reception
Positioning enhancement process
ground station
Emergency alert
Positioning enhancement data
Emergency alert
Monitor center
Emergency headquarters
Disaster response app

منظومه مخابراتی

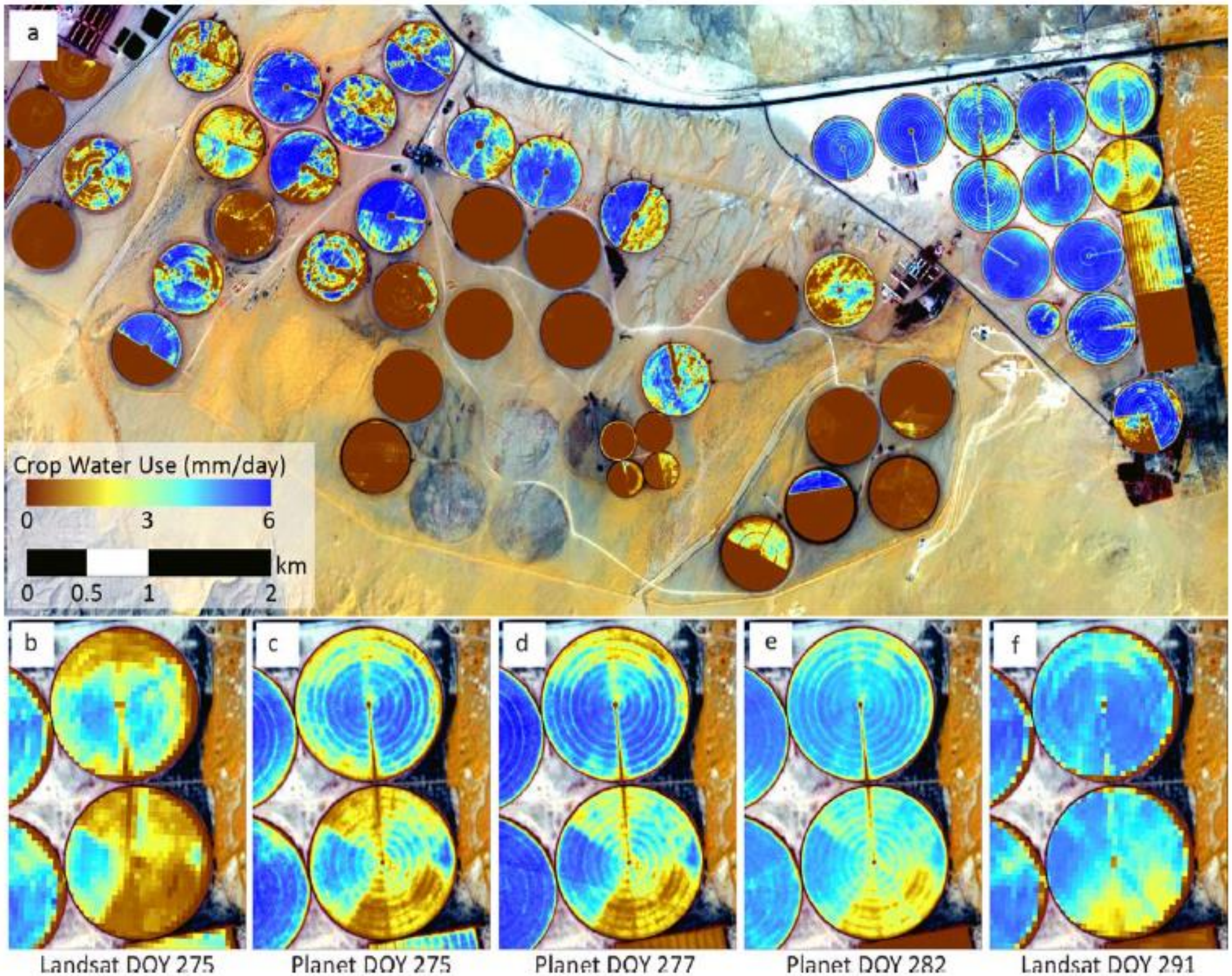


منظومه سنجش از دور

Application	Spectral band	Spatial resolution	Temporal resolution
Environmental			
Agricultue	VIS & NIR	High	Medium high
Forestry	VIS & NIR	Medium	Medium
Polar ice	VIS & NIR	Low	Very low
Oceanography	VIS & NIR	Low	Medium
Glacier monitoring	VIS & NIR	Medium	Low
Disaster			
Forest fires	NIR	Medium	High
Volcanoes	NIR & TIR	Medium	Medium
Hurricanes	VIS & TIR	Medium low	High
Damage monitoring	VIS	High	High
Oil spills	NIR	Medium	High
Other			
Defence & Security	VIS	Very high	Very high

بررسی رقبا

Characterist	3)
In operatio	
# of Sats	
Type of Sat	onos
Sat Cost	
Sat Mass	
Orbit Heigh	
GSD	
Spectral ba	
Mission lifet	
Revisit time	
Swath widt	
Developme	



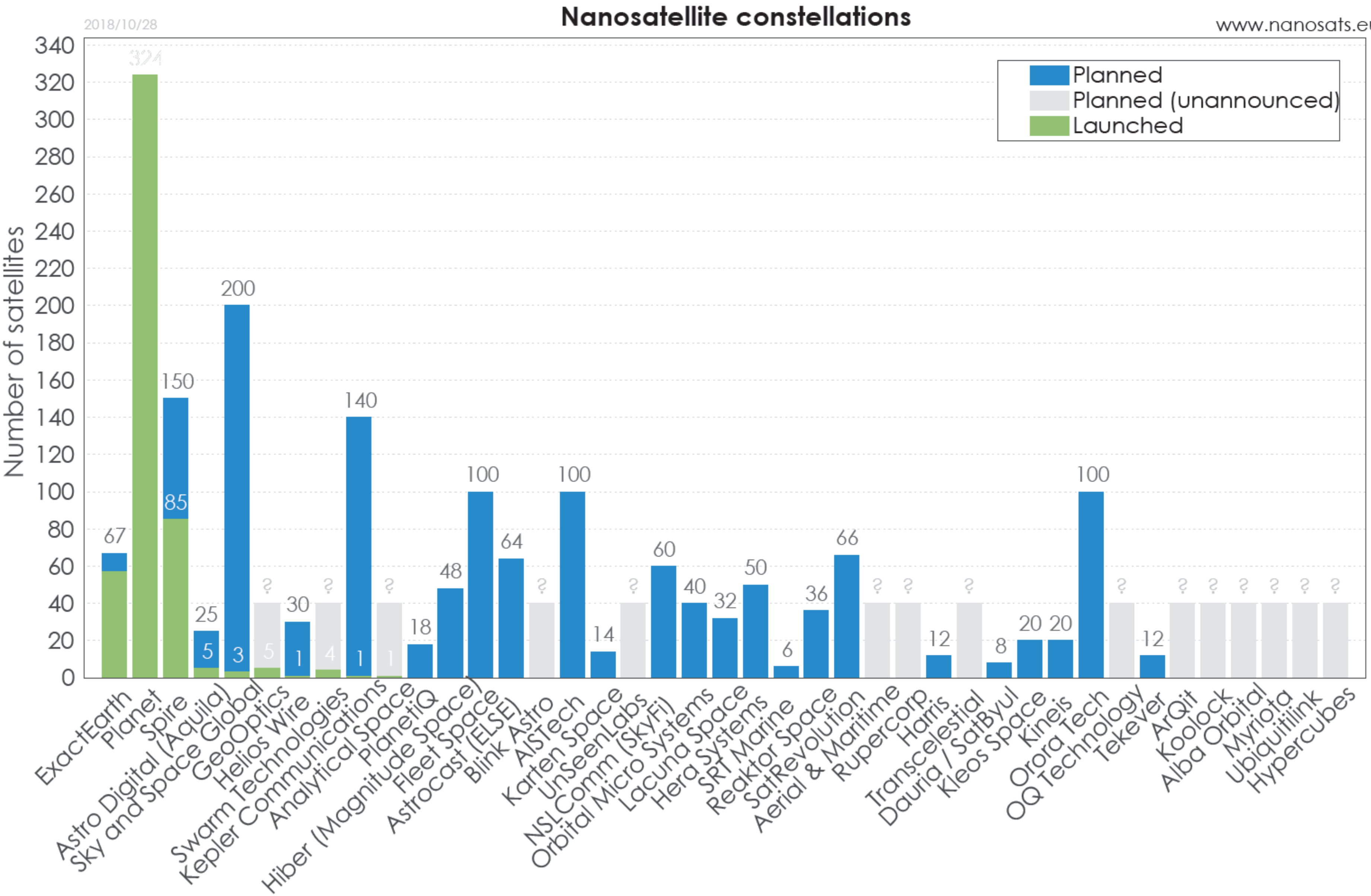
LEO & MEO Broadband Constellations

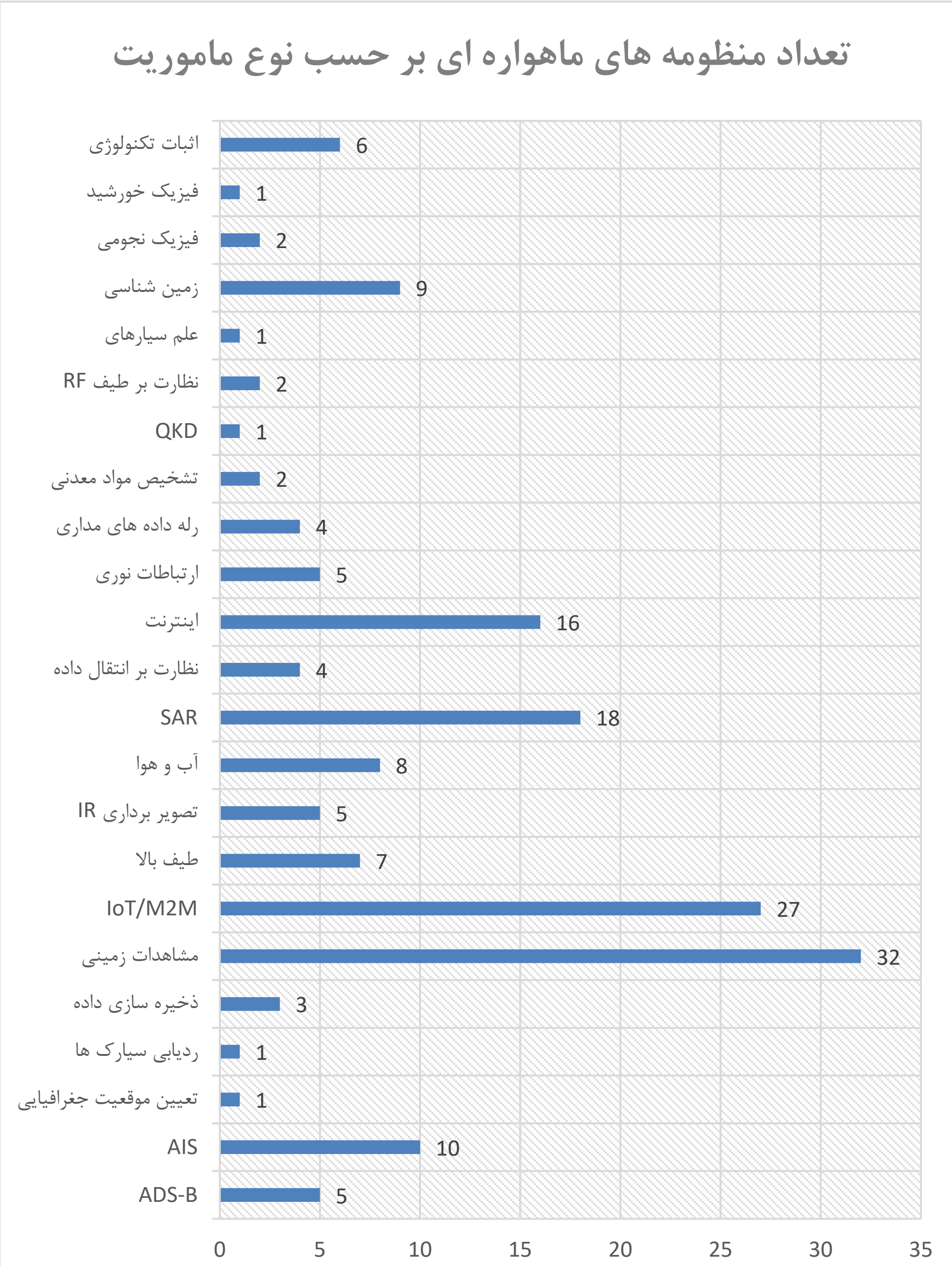
At least 15 companies have declared their intent to develop broadband satellite constellations in low Earth orbit (LEO) or medium Earth orbit (MEO), according to Northern Sky Research. Most of these companies intend to have their first-generation systems deployed within five years. O3b, which is nearing completion of a 20-satellite constellation begun in 2013, will add seven mPower second-generation broadband satellites starting in 2021.

PROGRESS KEY

- Constellation builder selected
- Launcher(s) identified
- Prototype satellite(s) launched
- Operational satellite(s) in orbit

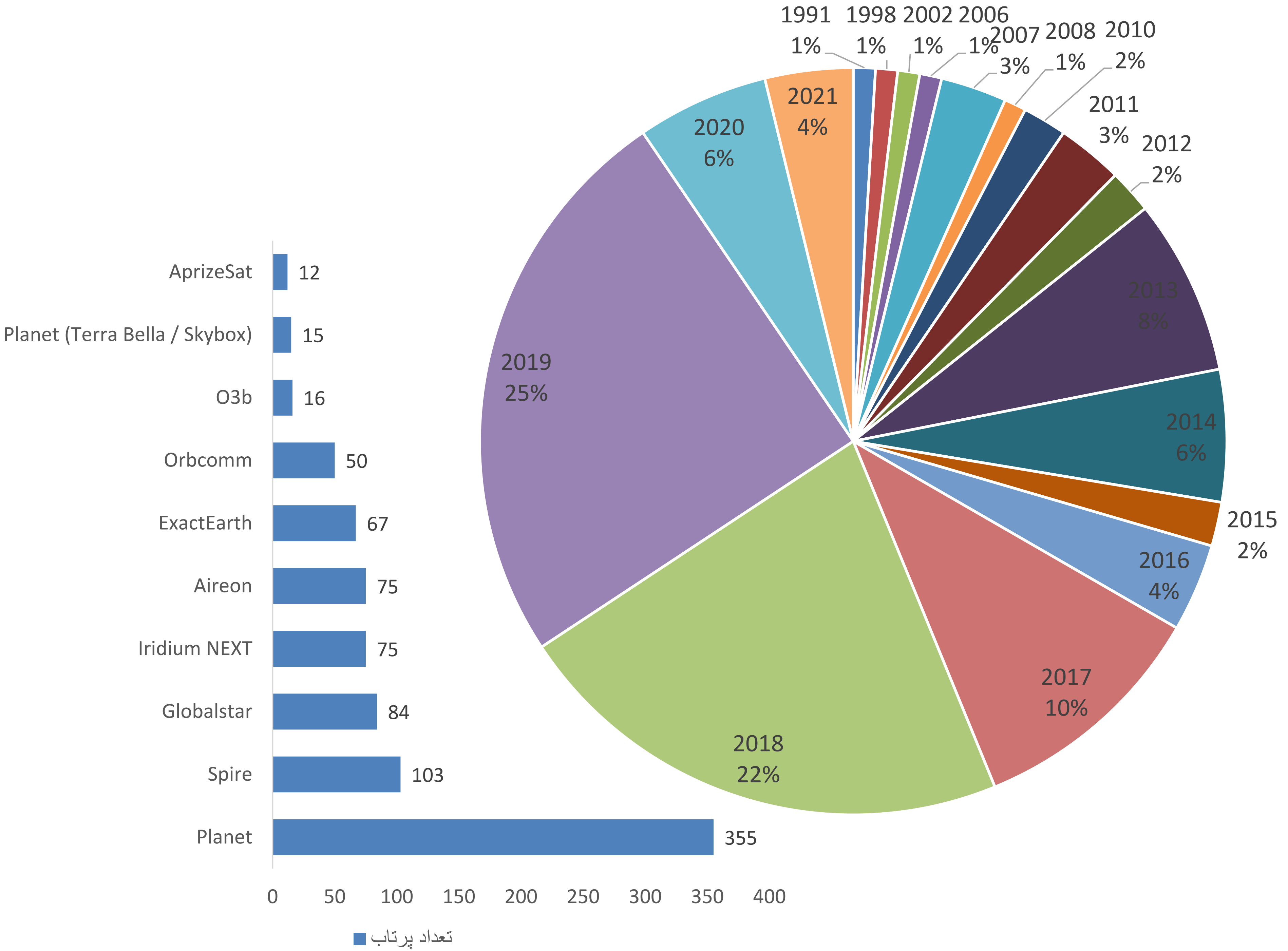
Source: Northern Sky Research


Nanosatellite constellations
2018/10/28
www.nanosats.eu
Number of satellites
Planned
Planned (unannounced)
Launched
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
67
324
150
85
25
5
200
3
5
30
1
4
140
1
1
18
48
100
64
100
14
60
40
32
50
6
36
66
12
8
20
20
100
12
?
ExactEarth
Planet
Spire
Astro Digital (Aquila)
Sky and Space Global
GeoOptics
Helios Wire
Swarm Technologies
Kepler Communications
Analytical Space
PlanetiQ
Hiber (Magnitude Space)
Fleet Space
Astrocast (ELSE)
Blink Astro
AISTech
Karten Space
UnSeenLabs
NSLComm (SkyFi)
Orbital Micro Systems
Lacuna Space
Hera Systems
SRT Marine
Reaktor Space
SatRevolution
Aerial & Maritime
Rupercorp
Harris
Transcelestial
Dauria / SatByul
Kleos Space
Kineis
Orora Tech
OQ Technology
Tekever
ArQit
Koolock
Alba Orbital
Myriota
Ubiquitilink
Hypercubes

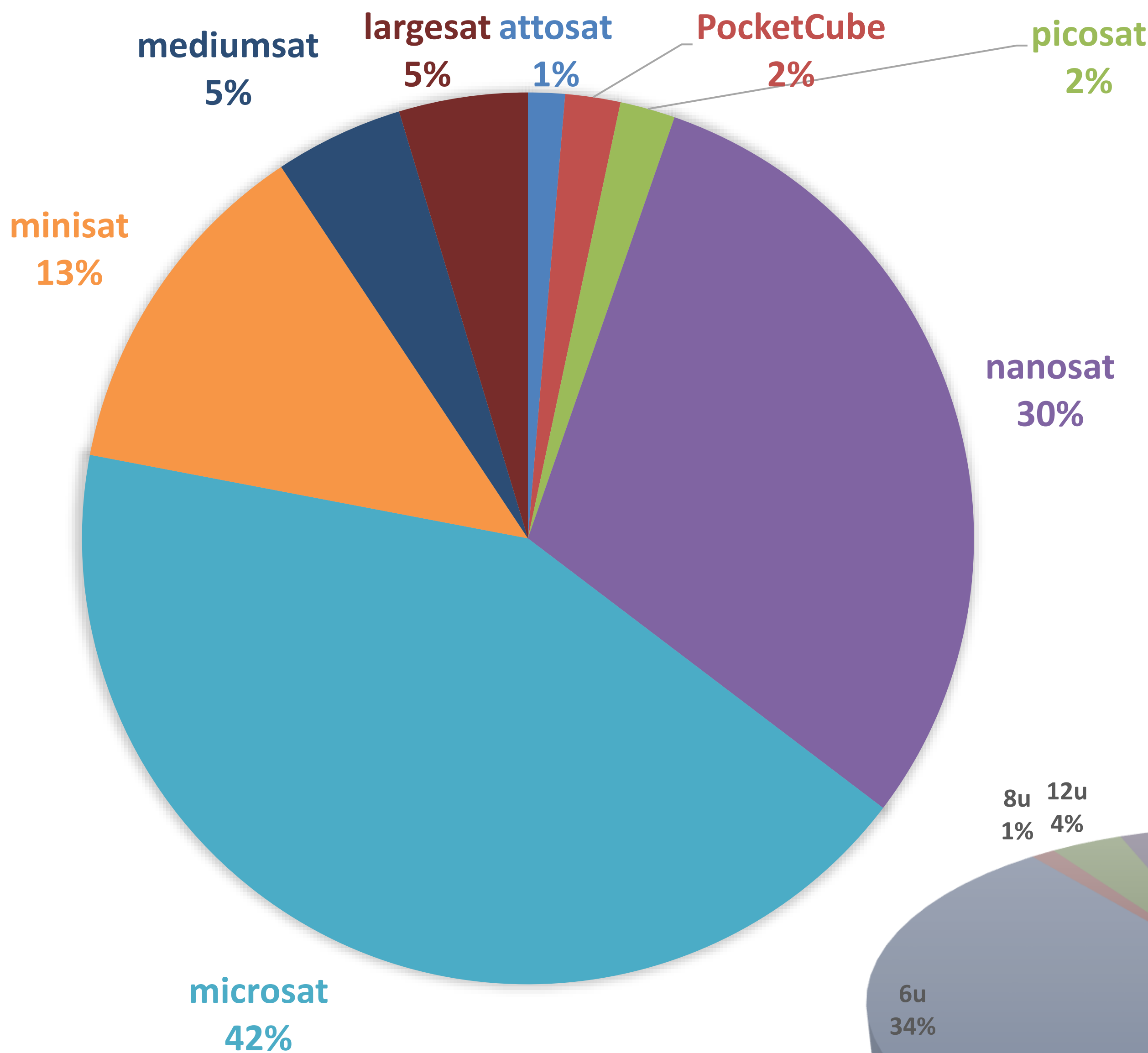


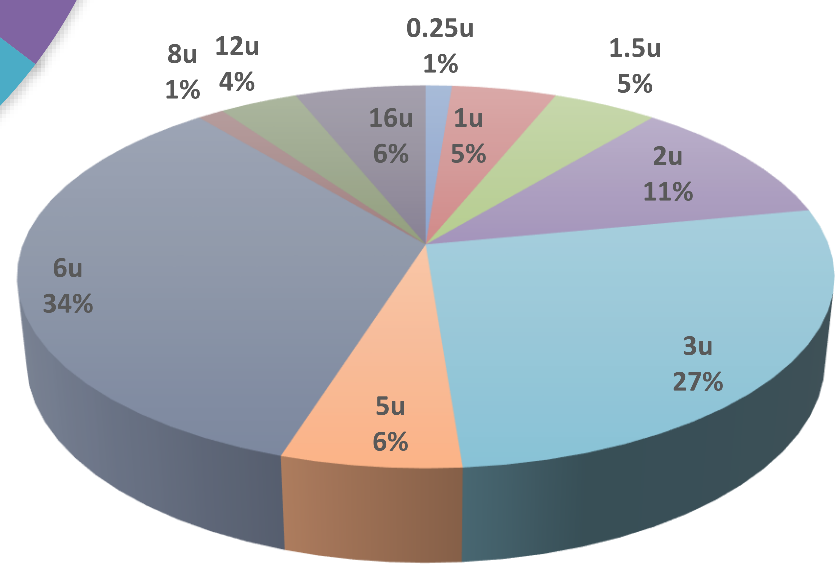
تعداد منظومه های ماهواره ای بر حسب نوع ماموریت
اثبات تکنولوژی 6
فیزیک خورشید 1
فیزیک نجومی 2
زمین شناسی 9
علم سیارهای 1
نظارت بر طیف RF 2
QKD 1
تشخیص مواد معدنی 2
رله داده های مداری 4
ارتباطات نوری 5
اینترنت 16
نظارت بر انتقال داده 4
SAR 18
آب و هوا 8
تصویر برداری IR 5
طیف بالا 7
IoT/M2M 27
مشاهدات زمینی 32
ذخیره سازی داده 3
ردیابی سیارک ها 1
تعیین موقعیت جغرافیایی 1
AIS 10
ADS-B 5
0 5 10 15 20 25 30 35

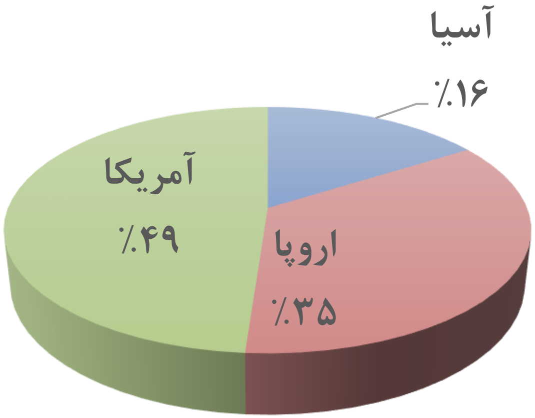
میزان سهم هر ماموریت
مشاهدات زمینی
IoT/M2M
SAR
AIS
زمین شناسی
آب و هوا
طیف بالا
اثبات تکنولوژی
اینترنت
ADS-B
ارتباطات نوری
رله داده های مداری
ذخیره سازی داده
تشخیص مواد معدنی
فیزیک نجومی
تع... مو...
ردیابی...
علم...
IR تصویر برداری
نظارت بر انتقال داده
نظارت بر طیف RF
QKD
فیزیک...

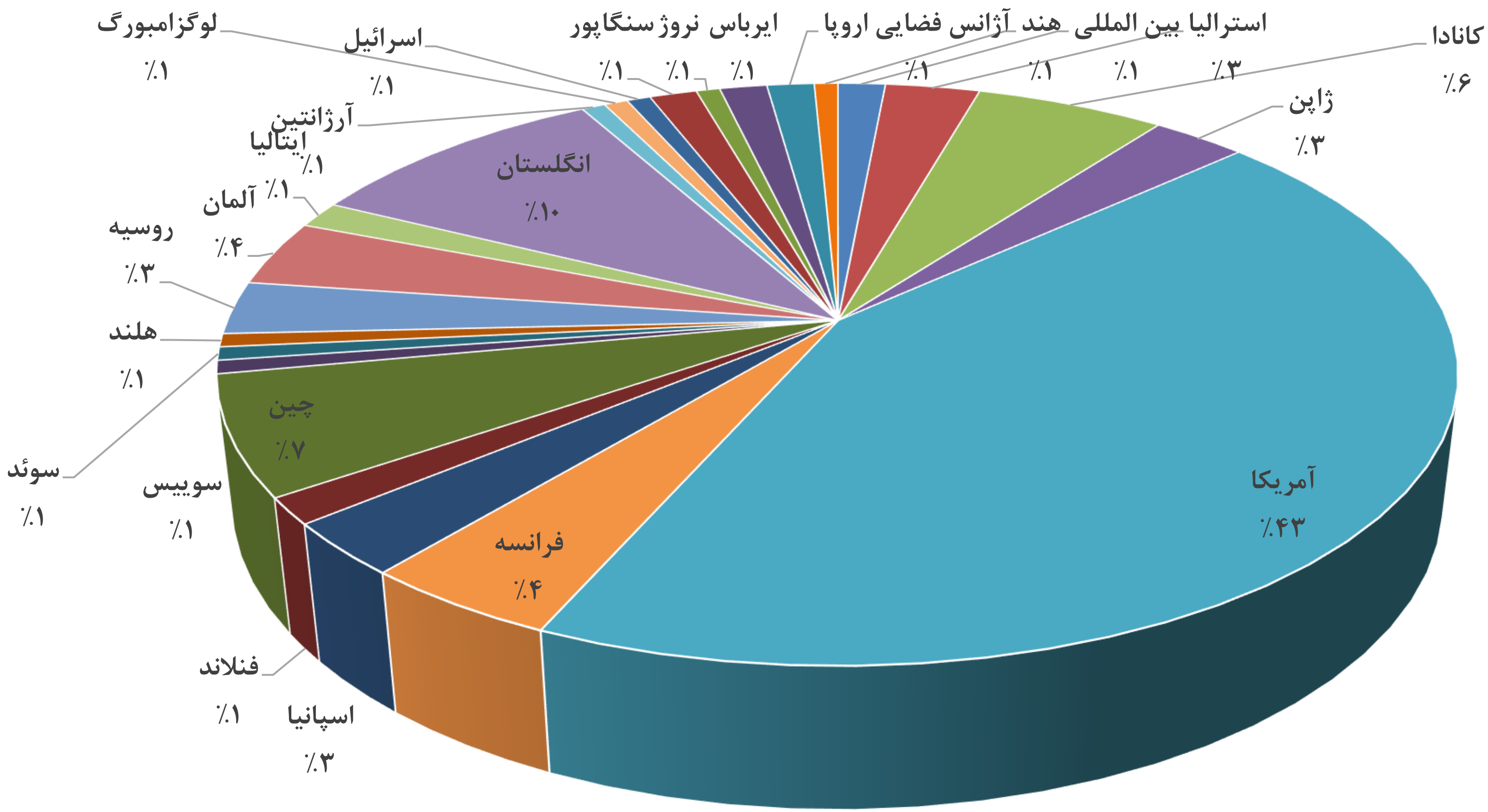


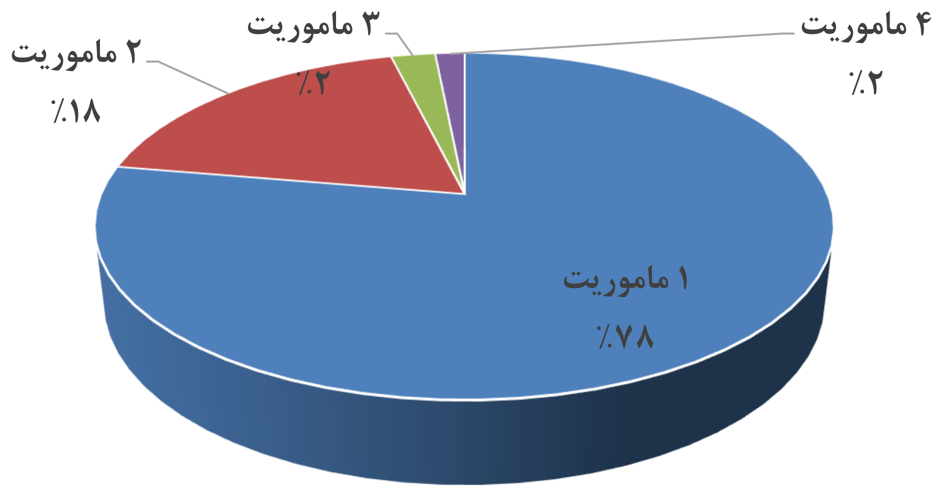
AprizeSat 12
Planet (Terra Bella / Skybox) 15
O3b 16
Orbcomm 50
ExactEarth 67
Aireon 75
Iridium NEXT 75
Globalstar 84
Spire 103
Planet 355
0 50 100 150 200 250 300 350 400
تعداد پرتاب
1991 1%
1998 1%
2002 1%
2006 1%
2007 3%
2008 1%
2010 2%
2011 3%
2012 2%
2013 8%
2014 6%
2015 2%
2016 4%
2017 10%
2018 22%
2019 25%
2020 6%
2021 4%


mediumsat
5%
largesat
5%
attosat
1%
PocketCube
2%
picosat
2%
minisat
13%
nanosat
30%
microsat
42%

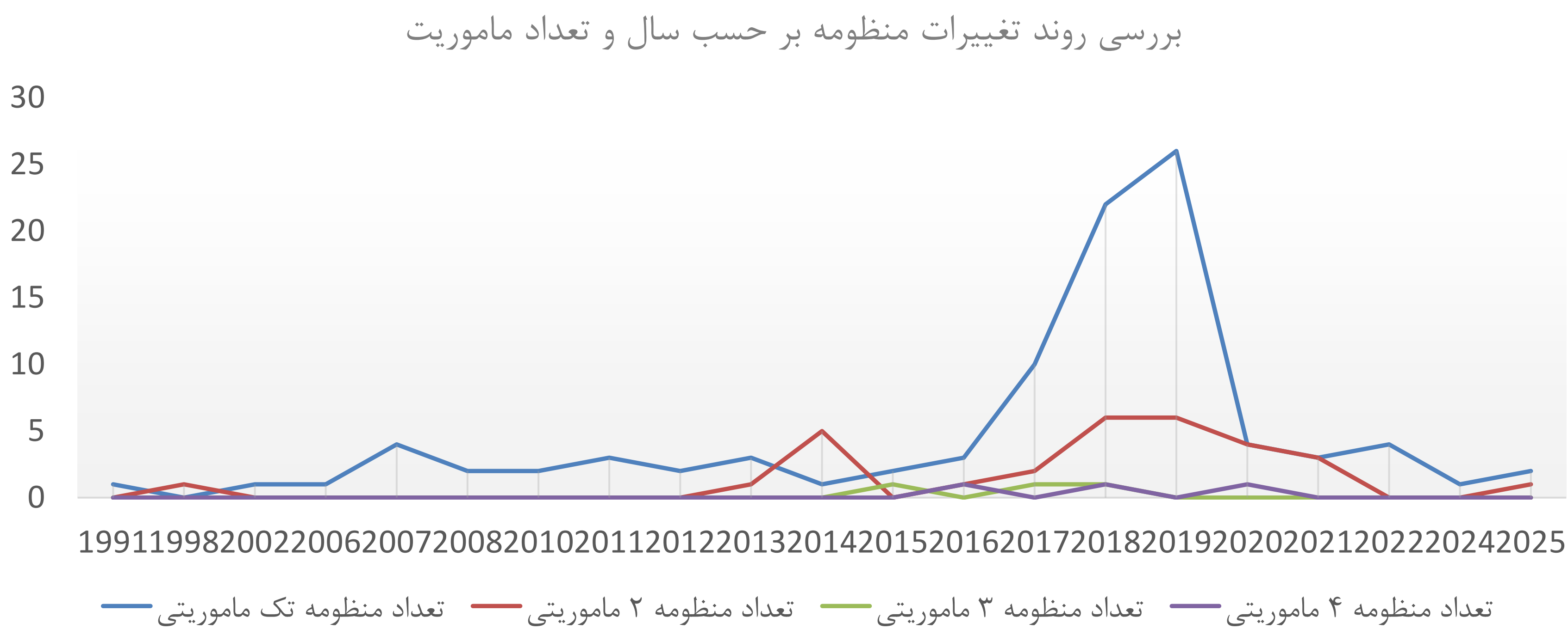

8u
1%
12u
4%
0.25u
1%
1.5u
5%
16u
6%
1u
5%
2u
11%
6u
34%
3u
27%
5u
6%


آسیا
٪۱۶
آمریکا
٪۴۹
اروپا
٪۳۵

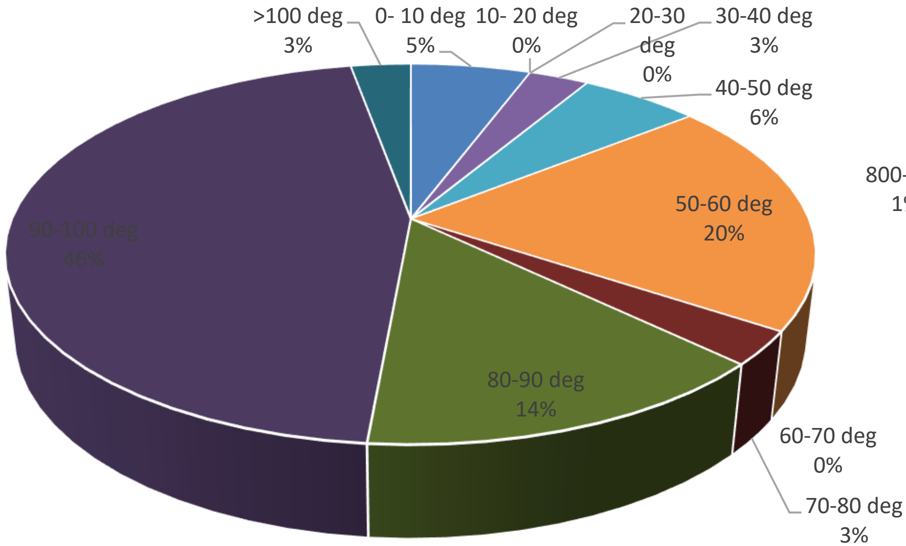

لوگزامبورگ
٪۱
اسرائیل
٪۱
سنگاپور
٪۱
نروژ
٪۱
ایرباس
٪۱
آژانس فضایی اروپا
٪۱
هند
٪۱
بین المللی
٪۱
استرالیا
٪۳
کانادا
٪۶
ژاپن
٪۳
آرژانتین
ایتالیا
٪۱
آلمان
٪۱
انگلستان
٪۱۰
روسیه
٪۴
٪۳
هلند
٪۱
چین
٪۷
سوئد
٪۱
سوییس
٪۱
آمریکا
٪۴۳
فرانسه
٪۴
فنلاند
٪۱
اسپانیا
٪۳



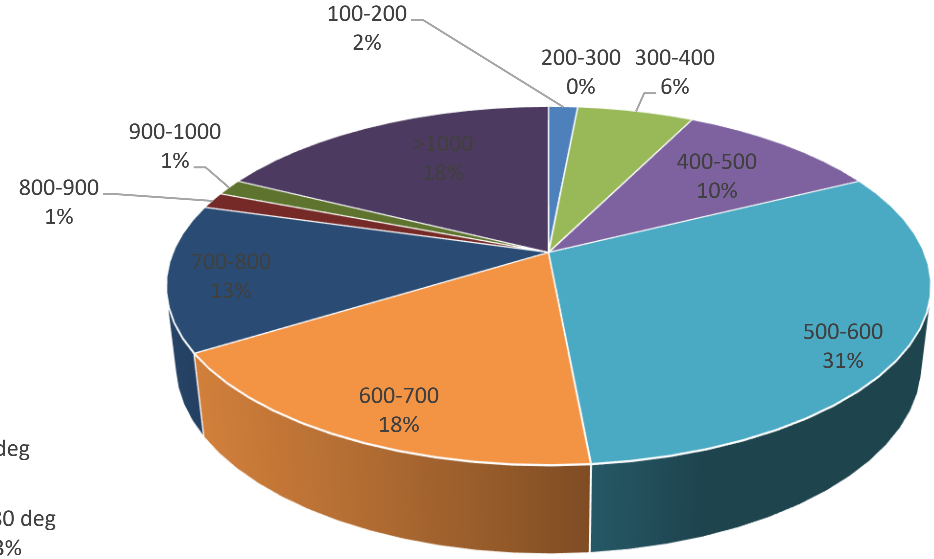
۴ ماموریت
٪۲
۳ ماموریت
٪۲
۲ ماموریت
٪۱۸
۱ ماموریت
٪۷۸



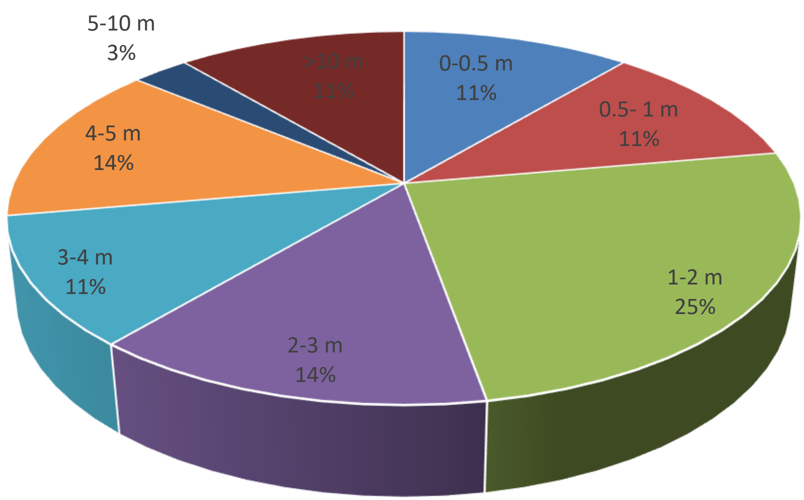
بررسی روند تغییرات منظومه بر حسب سال و تعداد ماموریت
30
25
20
15
10
5
0
1991 1998 2002 2006 2007 2008 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2024 2025
تعداد منظومه تک ماموریتی
تعداد منظومه ۲ ماموریتی
تعداد منظومه ۳ ماموریتی
تعداد منظومه ۴ ماموریتی

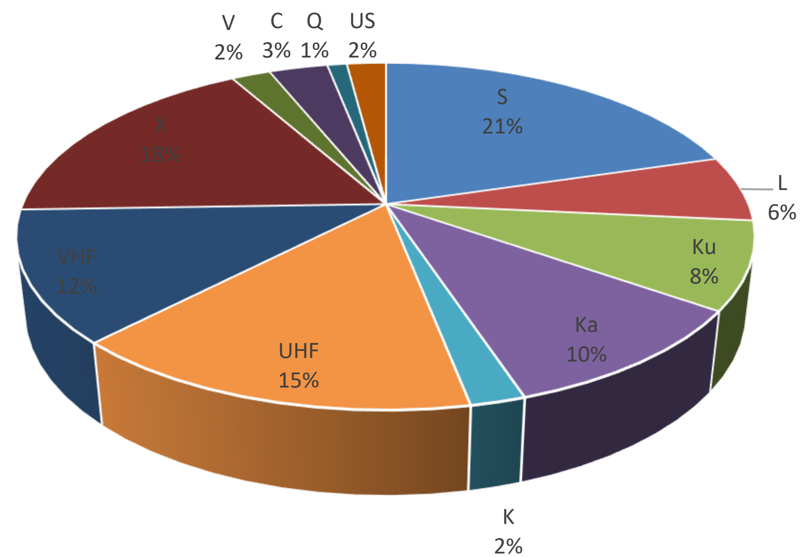


ارتفاع مداری

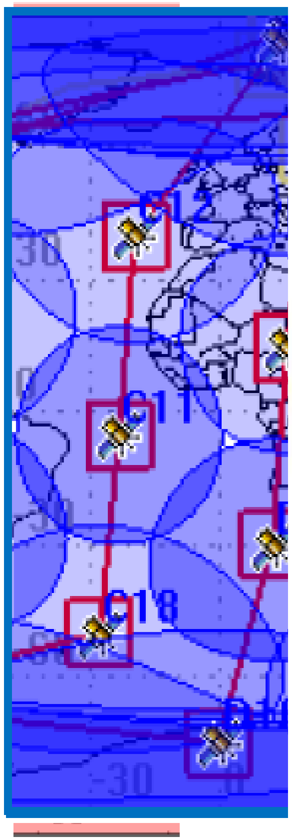


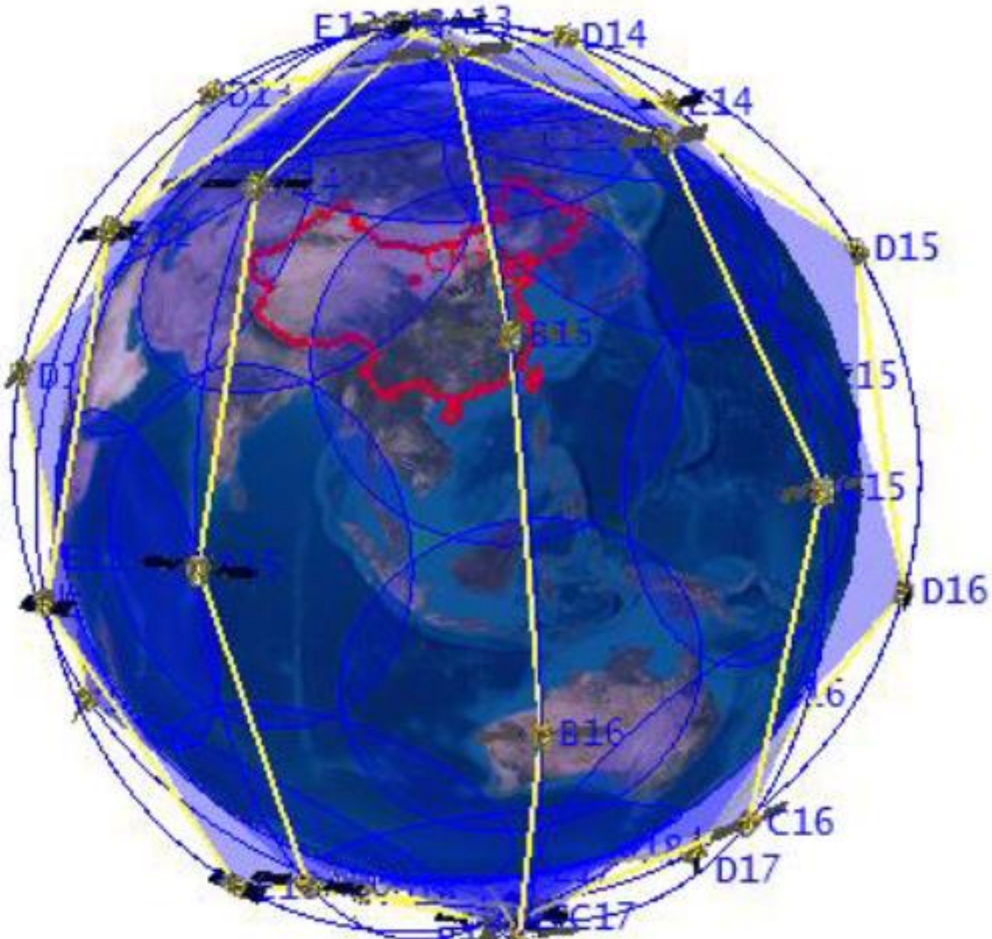
وضوح تصویر

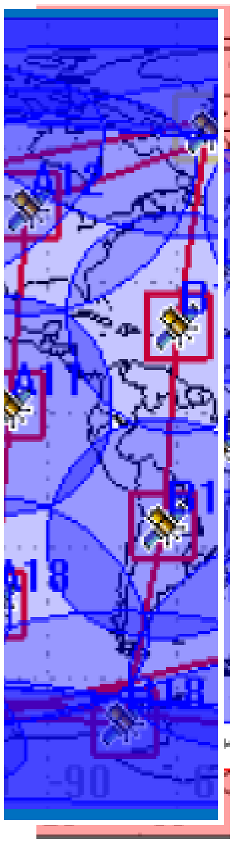




محدودیتهای منظومه







DSA or DTA??

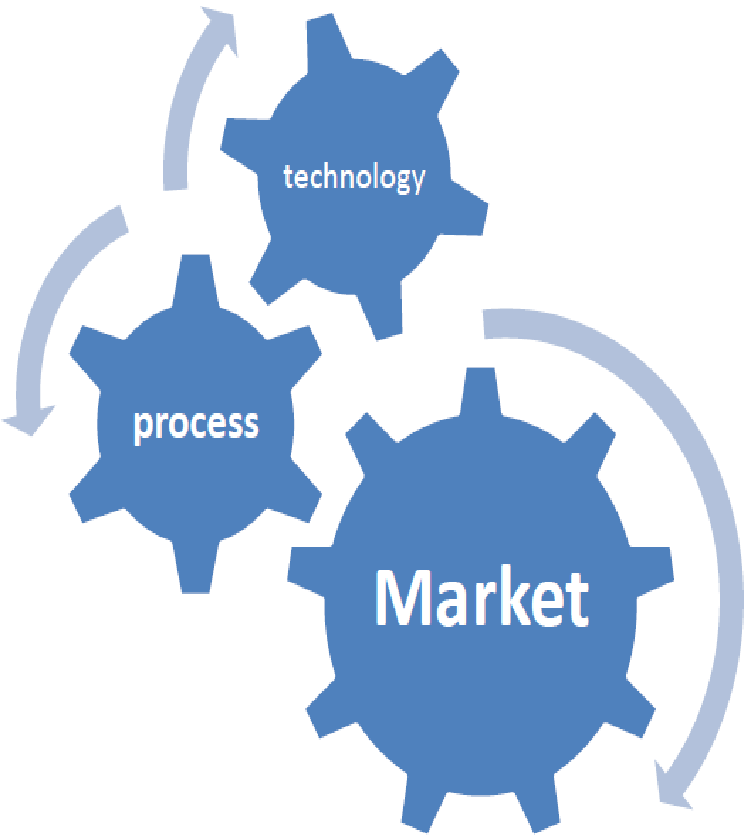
ارزشهای پیشنهادی منظومه

- دسترسی پایدار به فضا
  - پرتاب ساده
  - توسعه ماهواره های کارآ
  - بازگشت به جو
- پشتیبانی محموله های متنوع
  - تامین انرژی مصرفی
  - کنترل و پایداری نشانه روی
  - خودکاری و پردازش روی برد
- قابلیت تضمین شده ارتباطات با ماهواره
  - آنتن و رادیوهای متناسب
  - بخش زمینی

سوالات اولیه در تدوین راهبرد منظومه

- مشتریان آماده پرداخت برای چه خدماتی هستند؟
- چگونه فضا می تواند برای ارائه آن خدمات مناسب باشد؟
- چه ساختارهای فضایی قادر به اجرای این امر هستند؟
- منظومه چه برتریهایی دارد؟
- چه فناوریهای برای ایجاد ساختار منظومه مورد نیاز است؟
- وضعیت ما به نسبت سیستم نهایی چگونه است؟

نکات کلیدی در تدوین نقشه راه منظومه



- استفاده از فناوری روز و در دسترس
- قابلیت اطمینان در ارائه خدمات
- ایجاد شبکه داخلی تامین کنندگان
- در نظر گرفتن ملاحظات خروج از مدار و جایگزینی
- قابلیت ارتقا و مقیاس پذیری
- قابلیت ایجاد نسل

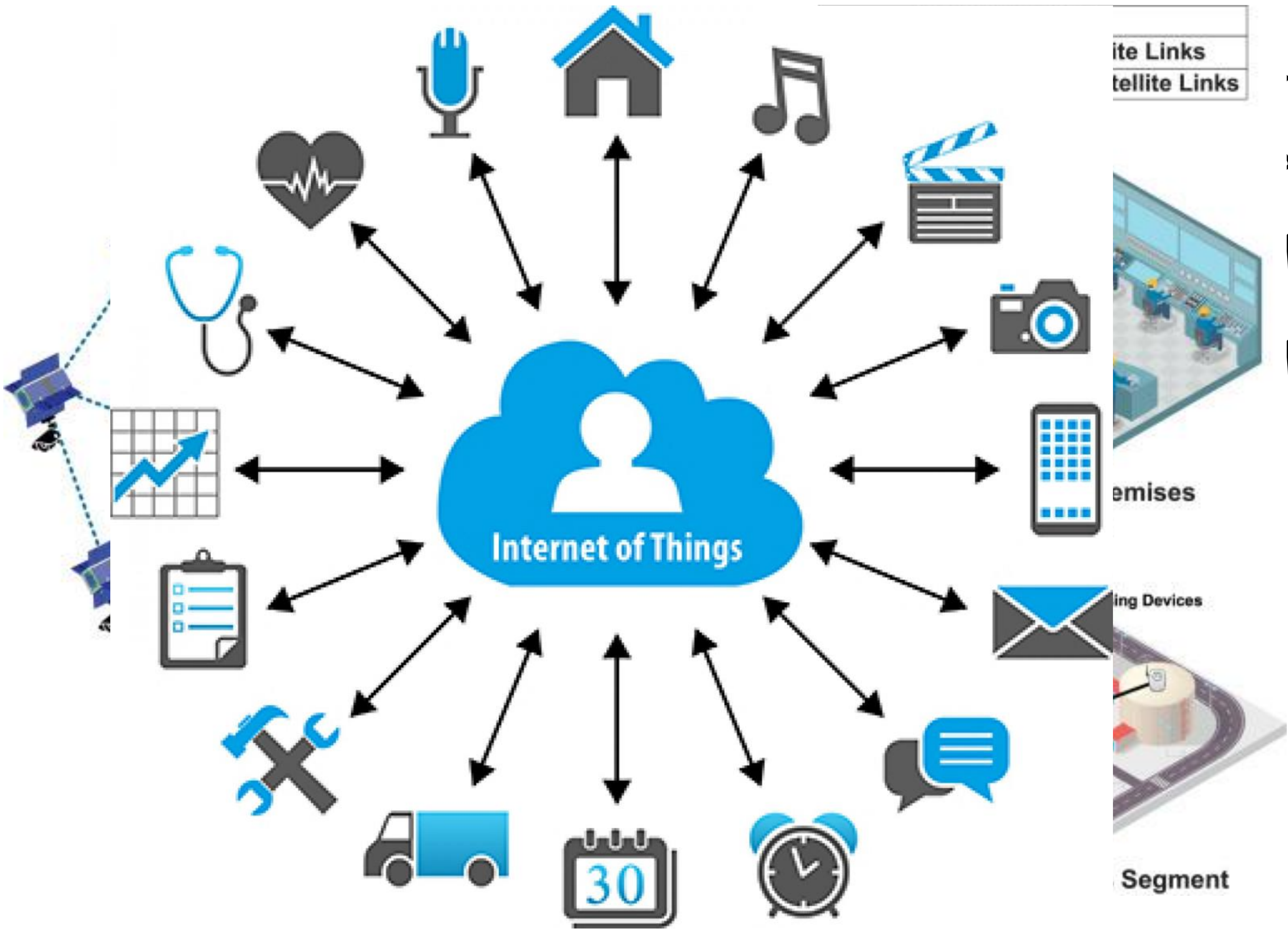
منظومه ماهواره مکعبی، یک تیر و چند نشان

- زمان دسترسی سریع
- هزینه پایین
- جایگزینی ساده
- قابلیت ساخت
- امکان پشتیبانی مناسب
- پیچیدگی پایینتر سیستم
- امکان تحریک فضای کارآفرینی جنبی

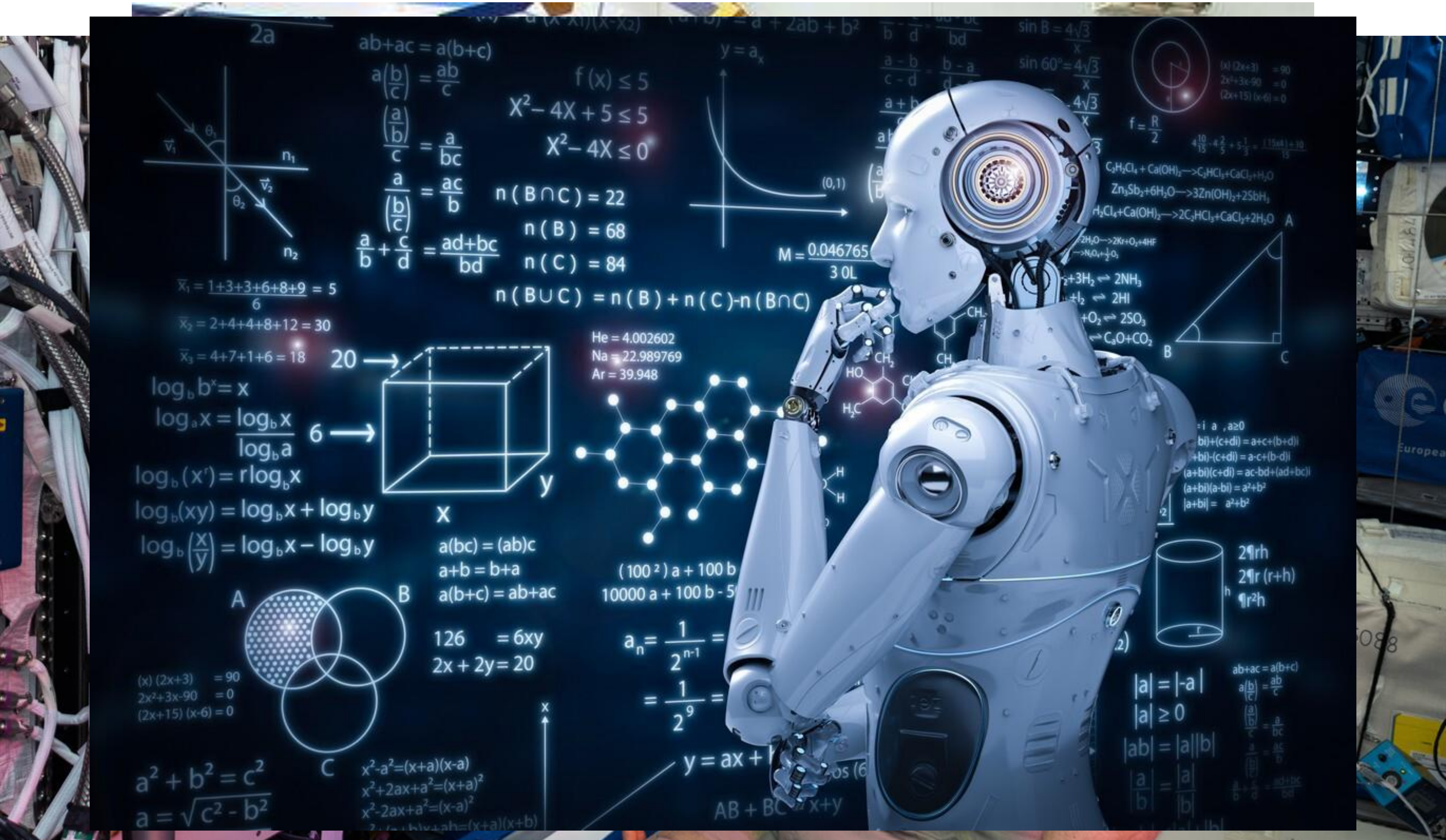
فناوریهای نوین و برافکن

- اینترنت اشیا
- هوش مصنوعی
- کلان داده ها و امنیت سایبر فیزیکال
- ساخت هوشمند و پرینت سه بعدی
- رباتیک و کارخانه های هوشمند
- محاسبات ابری
- علوم و محاسبات شناختی

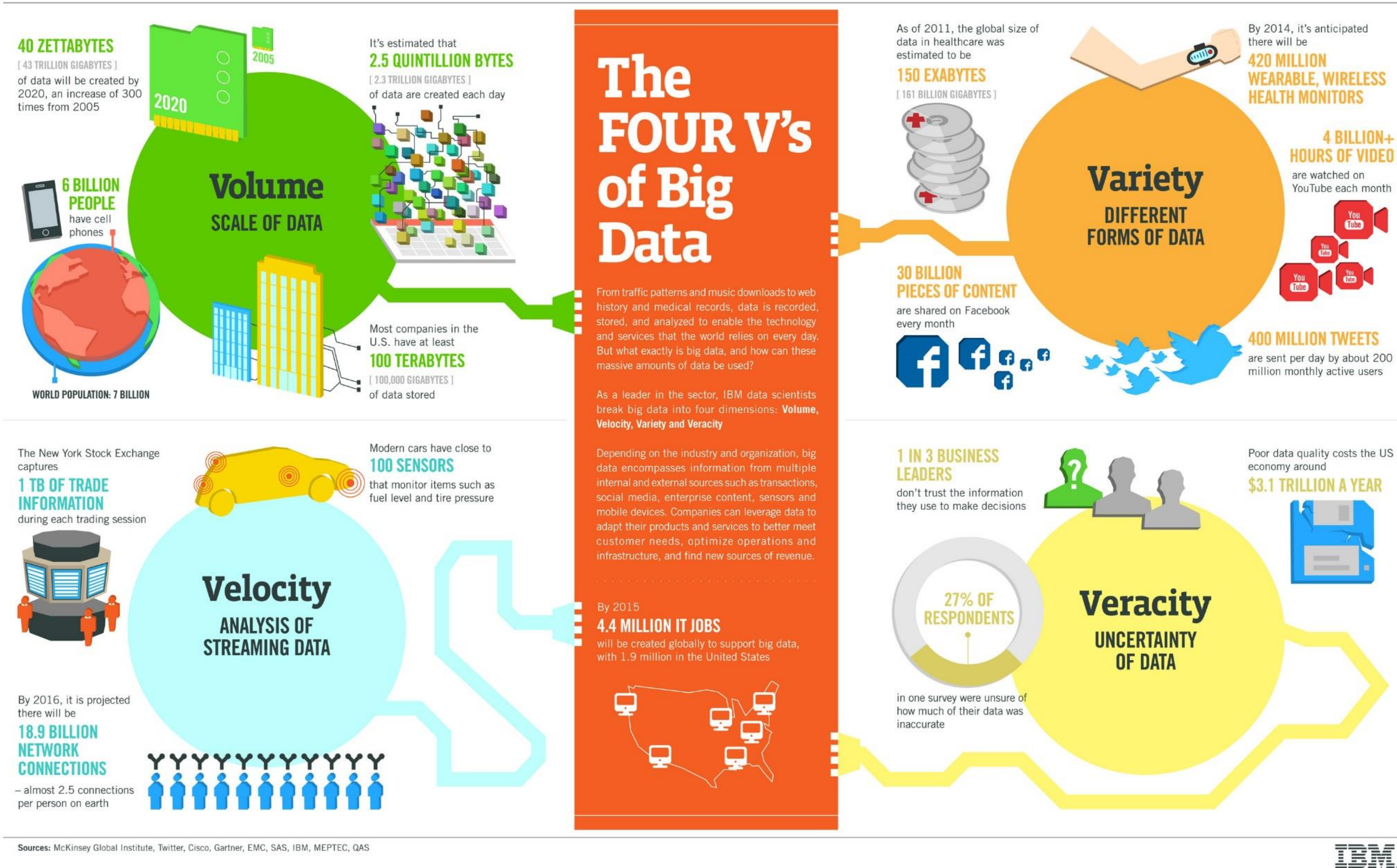
اینترنت اشیا در منظومه



هوش مصنوعی در منظومه

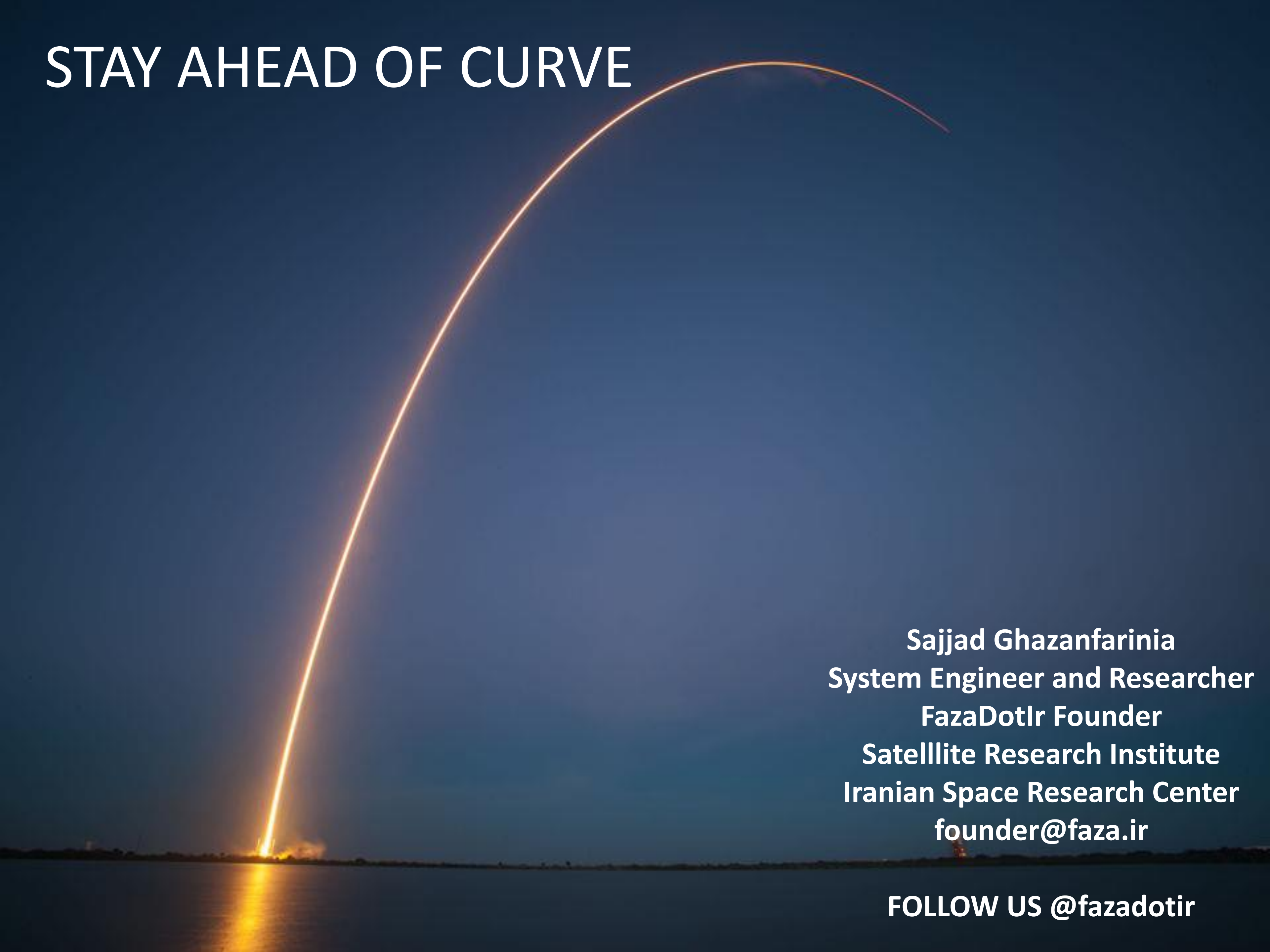


کلان داده ها در منظومه



دیگر فناوریهای نوین در منظومه

STAY AHEAD OF CURVE



Sajjad Ghazanfarinia
System Engineer and Researcher
FazaDotIr Founder
Satelllite Research Institute
Iranian Space Research Center
founder@faza.ir

FOLLOW US @fazadotir