

بسم الله الرحمن الرحيم

علوم شبکه از کاربردهای بومی تا روندهای آتی

محمد خوانساری

عضو هیات علمی دانشکده علوم و فنون نوین

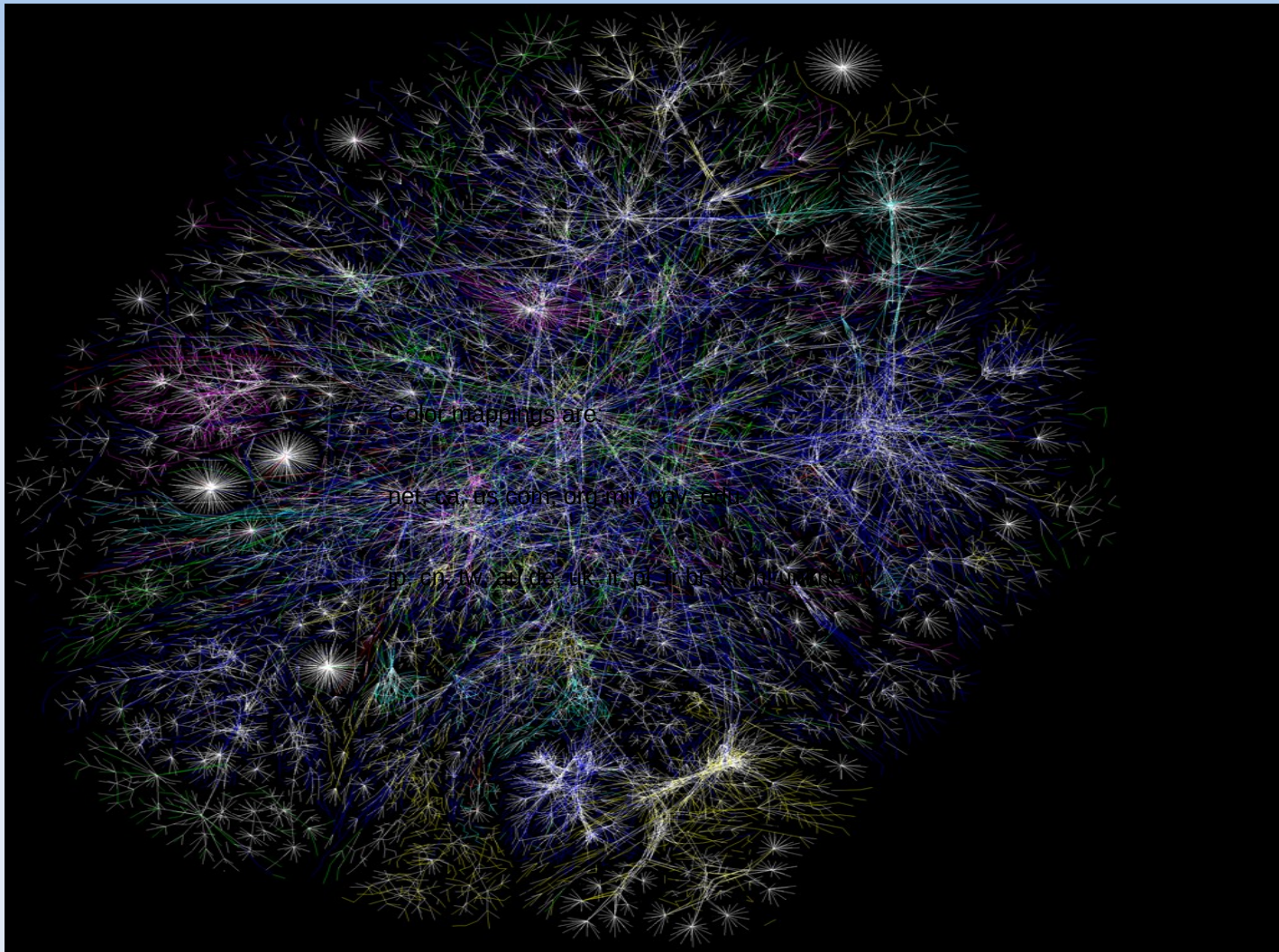
معاون وزیر و رئیس سازمان فناوری اطلاعات ایران

اسفند ۱۴۰۰

سرفصل مطالب

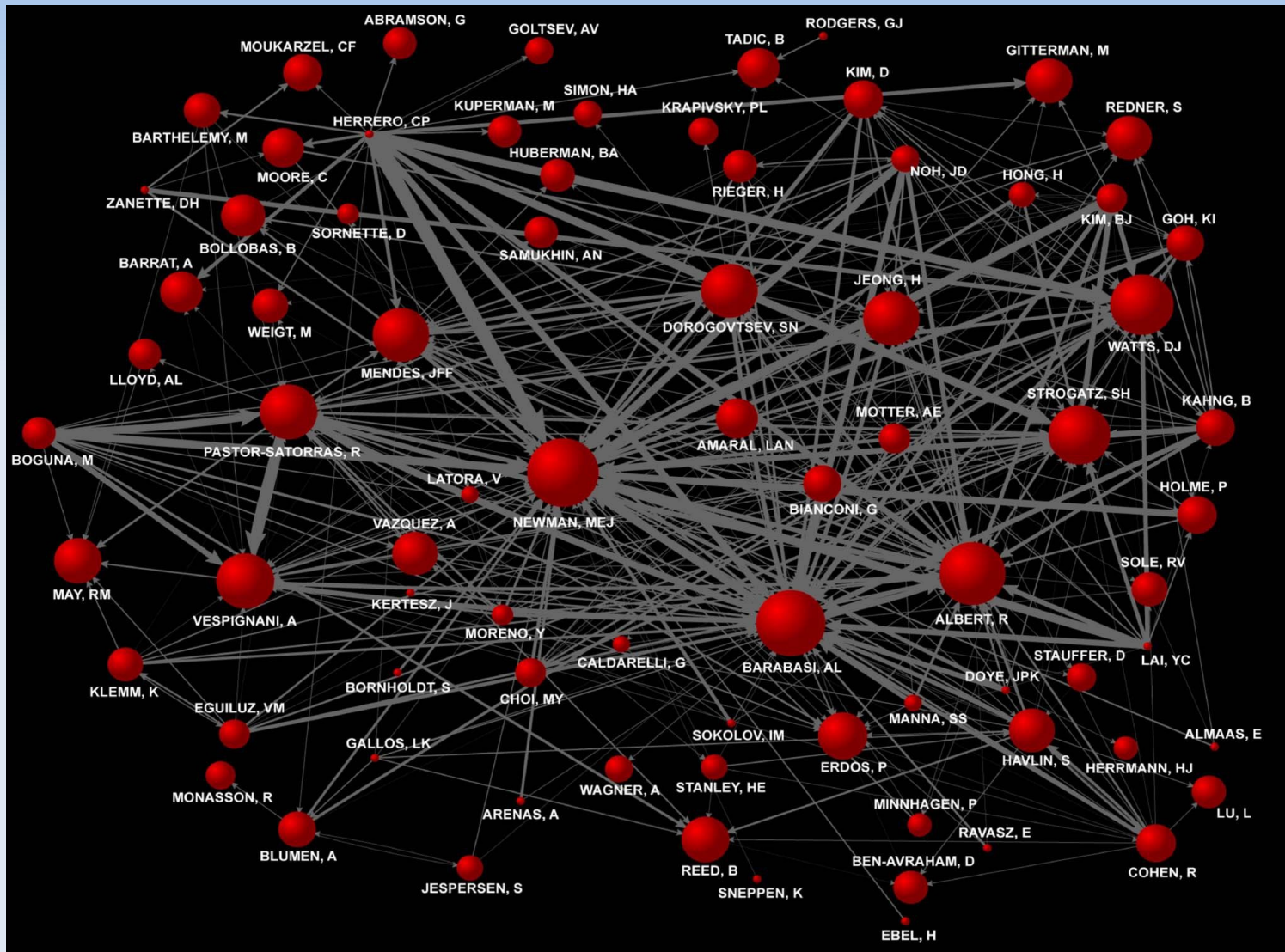
- بیان چیستی و چگونگی حوزه علوم شبکه و نیاز به آن
- نمونه‌هایی از کاربردهای کلی
- کاربردهای بومی علوم شبکه
- پژوهش در حوزه علوم شبکه
- روندهای جدید پژوهشی
- پیشنهادهایی برای ادامه و نتیجه‌گیری

شبکه؟ شبکه‌های کامپیوتری؟



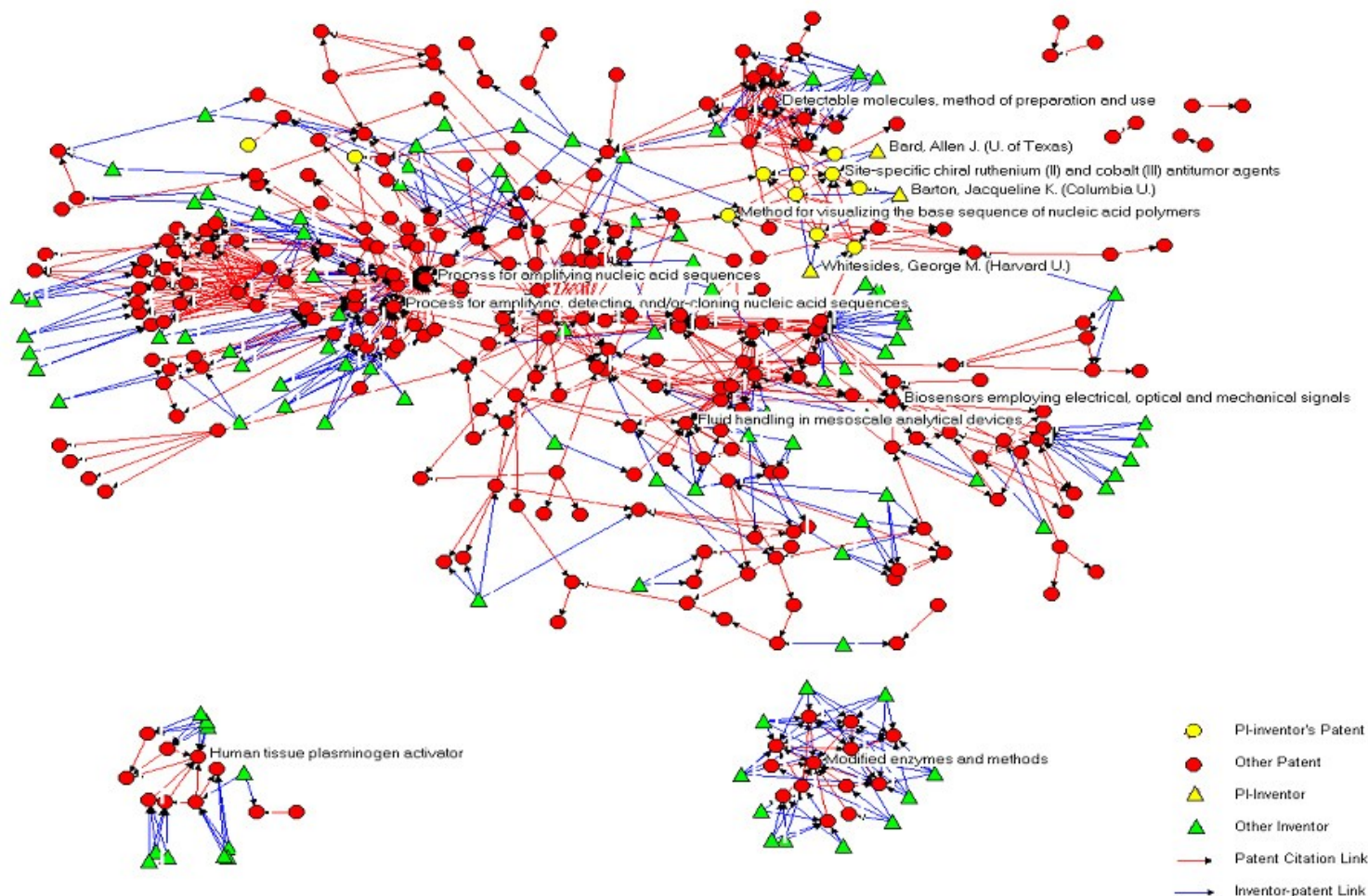
Network structure of the Internet: Class C subnets

شبکه ارجاع مقالات حوزه شبکه‌های پیچیده



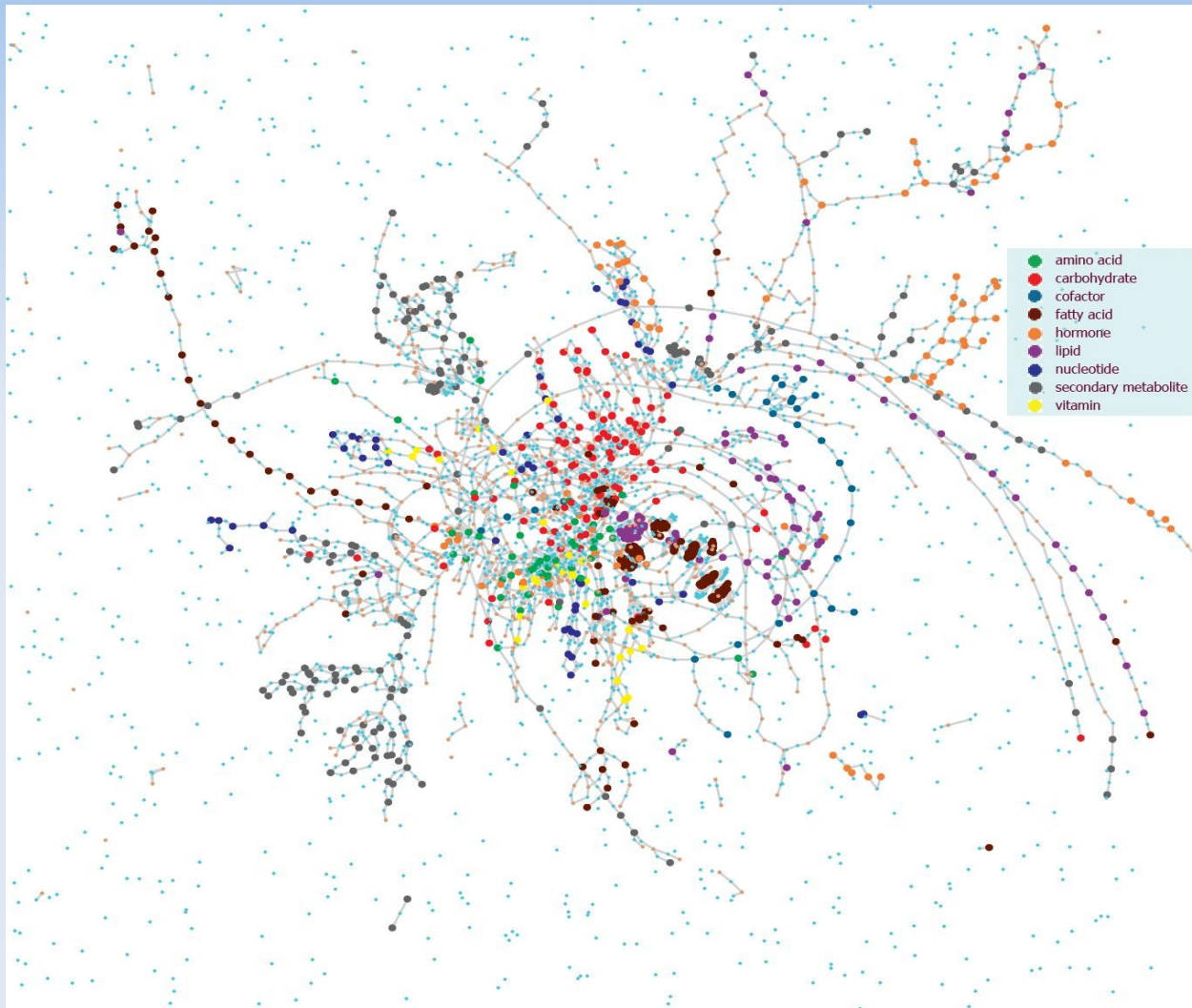
Complex networks citation network

شبکه ارجاعات ثبت اختراع

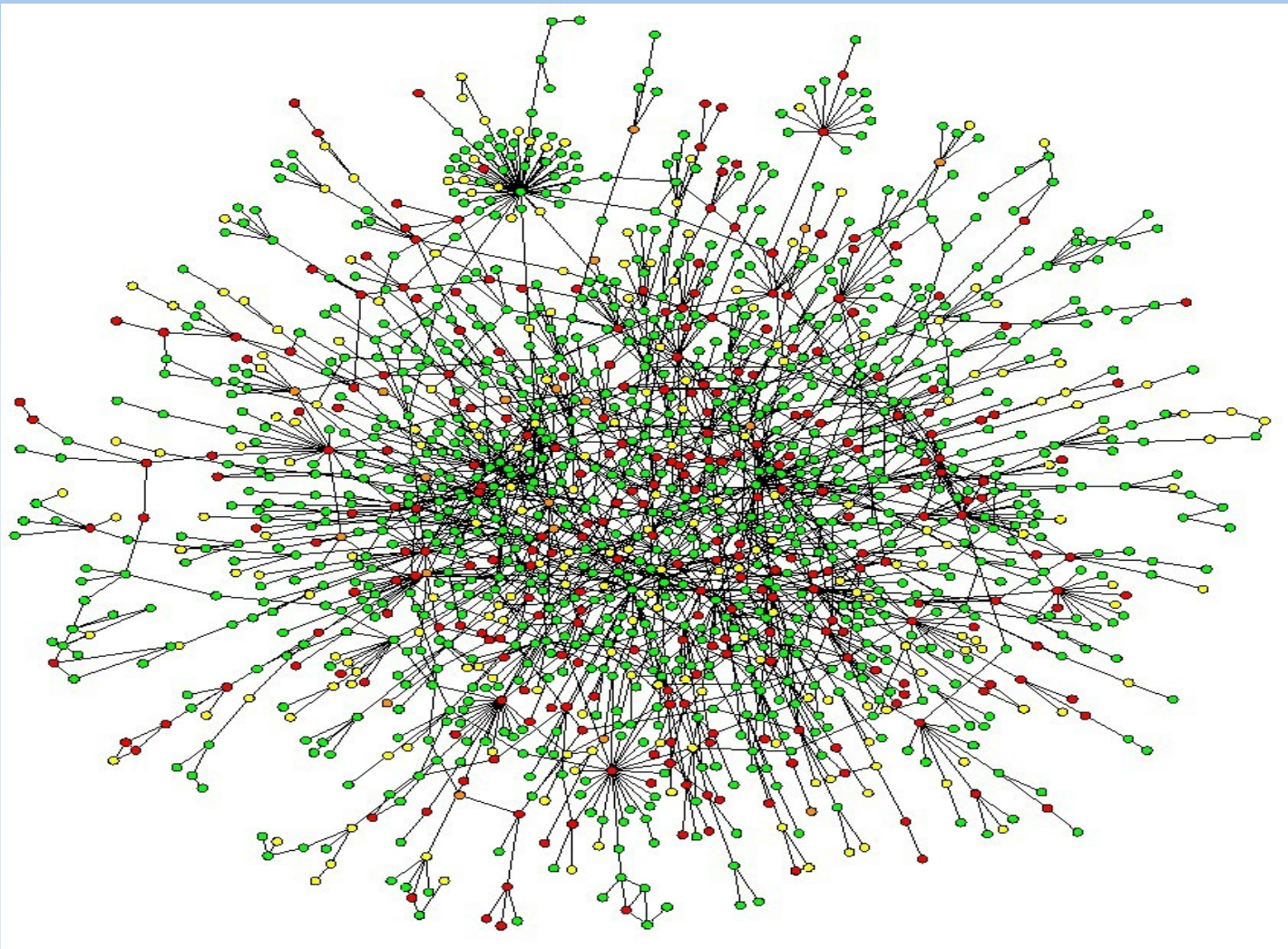


Patent citation network: "Chemistry: molecular biology and microbiology"

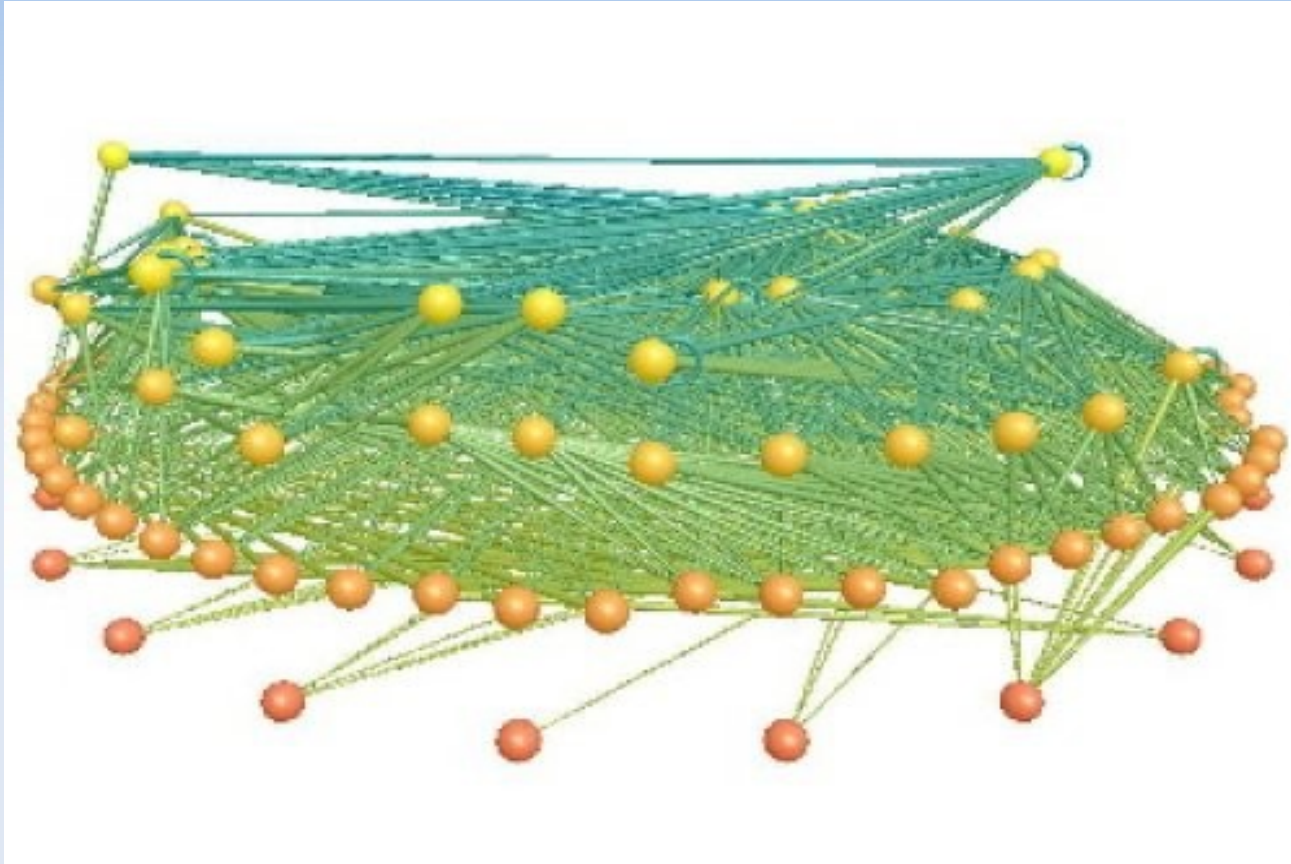
شبکه متابولیک



شبکه تعامل پروتئین‌ها

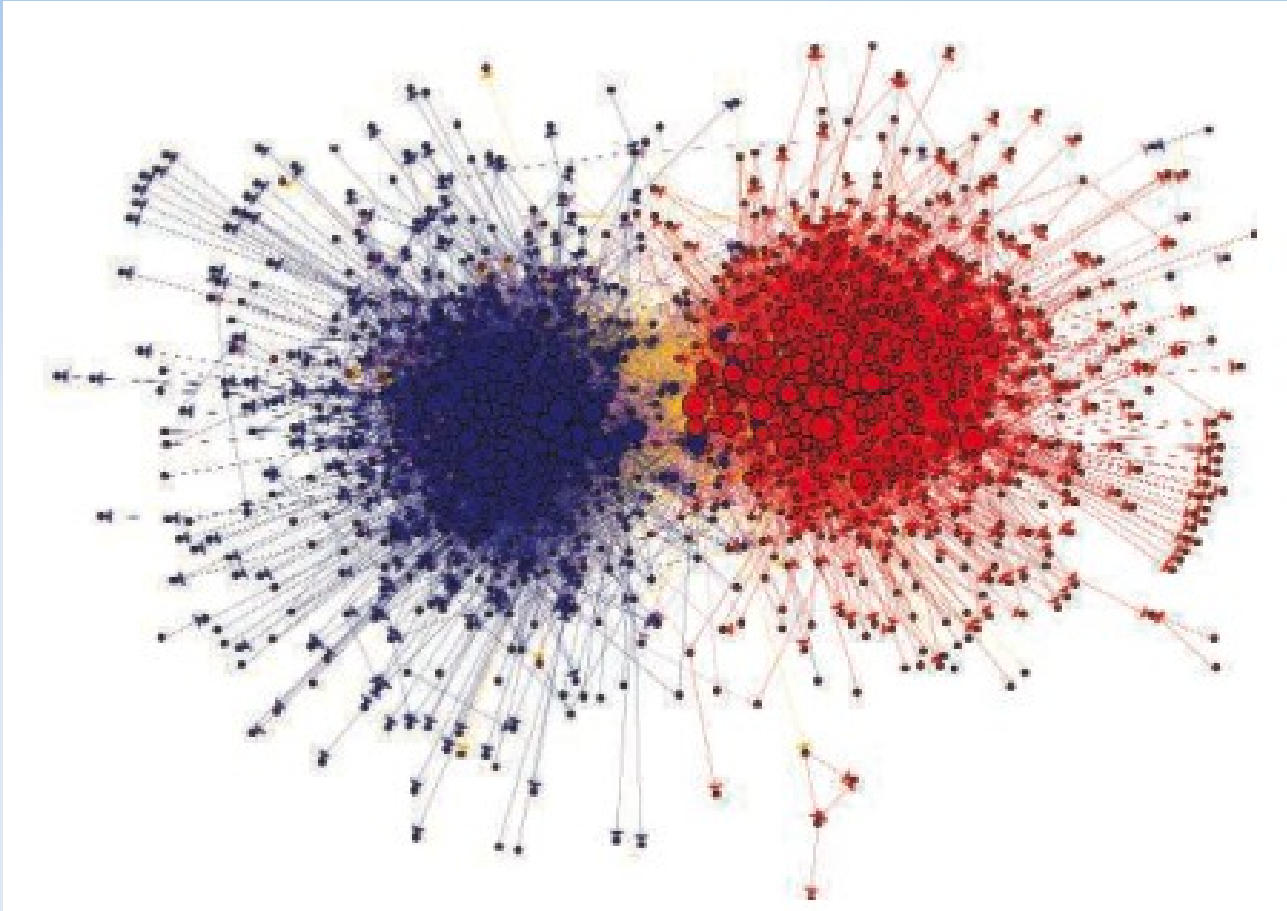


شبکه زنجیره غذایی



The food web of Little Rock Lake,
Wisconsin

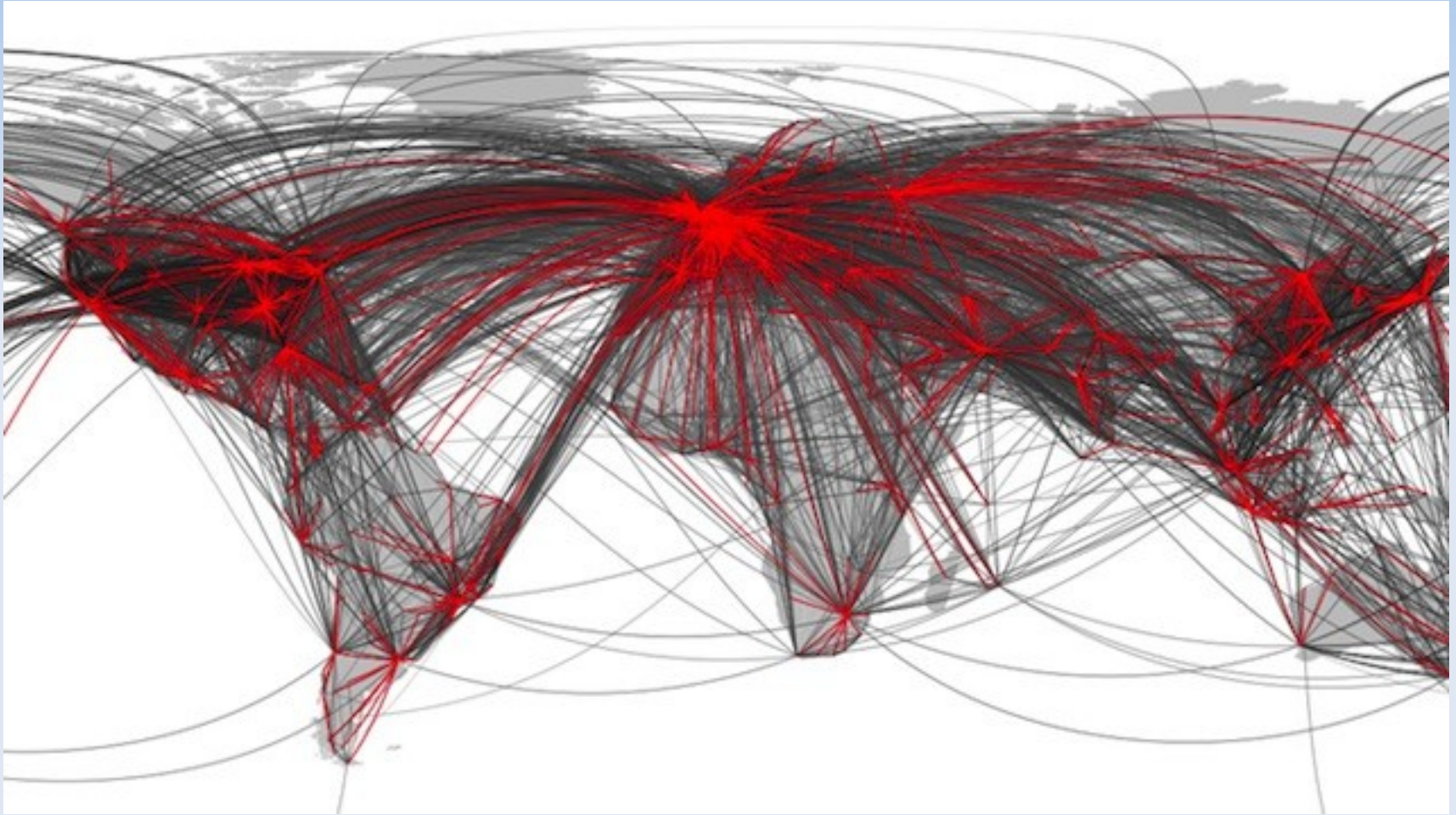
شبکه اجتماعی



The Political Blogosphere and the 2004 U.S. Election: Divided They Blog (2005)

There are 676 liberal (blue) and 659 conservative (red) blogs represented, and the size of each blog point reflects the number of other blogs that link to it. Blue links connect liberal blogs, red connect conservative blogs, yellow links go from liberal to conservative, and purple from conservative to liberal.

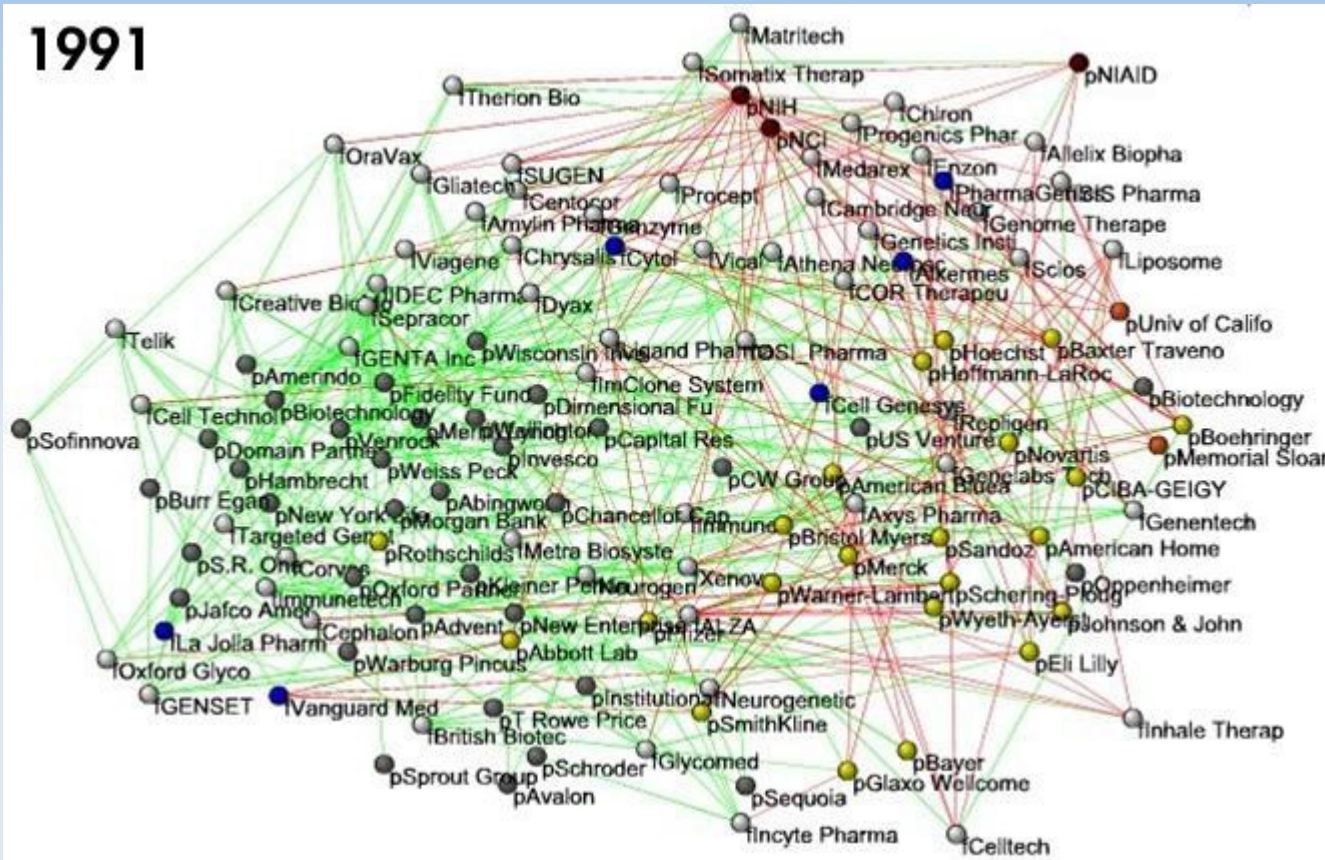
شبکه حمل و نقل



[The worldwide air transportation network](#). Each grey link resembles traffic of passengers between more than 1,000 airports worldwide; the entire network has more than 35,000 links. The red lines represent the network's skeleton, a tree-like structure of only 1,300 links that represents the core structure of the network. Links in the skeleton are the most important connections in the network.

شبکه‌های همکاری اقتصادی

1991



Nodes:

Companies



Investment



Pharma



Research Labs



Public



Biotechnology



Links:

Collaborations



Financial



R&D



Bio-tech companies
[Powell-White-Koput, 2002]

شبکه مغز



*Human brain has between 10-100 billion neurons
[Sporns, 2011]*

چیستی و چرایی علوم شبکه؟

There is no science today that offers the fundamental knowledge necessary to design large, complex networks in such a way that their behaviors can be predicted prior to building them (USA National Research Council, 2005).

امروزه علمی که مبانی دانشی ضروری برای طراحی شبکه‌های بزرگ و پیچیده را به شکلی که رفتار این شبکه‌ها قبل از ساختن آن‌ها بتواند پیش‌بینی شود، وجود ندارد.
(گزارش شورای ملی پژوهش‌های آمریکا در ۲۰۰۵)

علوم شبکه؟!؟

■ منظور از علوم شبکه چیست؟

A new and emerging scientific discipline seeks to discover common principles, algorithms and tools that govern network behaviour.

– تعریف آکادمی ملی علوم آمریکا (۲۰۰۵):

مطالعه پیرامون بازنمایی شبکه‌های مبتنی بر پدیده‌های فیزیکی، زیست‌شناختی و اجتماعی در راستای تبیین مدل‌های قابل پیش‌بینی در رابطه با این پدیده‌ها.

– کتاب علوم شبکه، تئوری و کاربردها (۲۰۰۹):

مطالعه اصول نظری ساختار و رفتار پویای هر شبکه و کاربرد آن در زمینه‌های کاری و تخصصی مختلف

تاریخچه علوم شبکه در دنیا

- علوم شبکه؛ در عنوان، جدید؛ اما در مفهوم، دارای قدمتی بیش از ۲۷۰ سال
- سه مقطع زمانی توسعه علوم شبکه:
 - دوره اول (۱۷۳۶ – ۱۹۶۶)،
 - کشف مفاهیم مربوط به نظریه ریاضی گرافها توسط اویلر و در قالب مساله پلهای کونیگزبرگ
 - دوره دوم (۱۹۶۷ – ۱۹۹۸)،
 - آزمایش میلگرام و شش درجه جدایی
 - طرح مباحثی علمی پیشرفته مانند گرافهای پیچیده، دنیاهای کوچک، گرافهای تصادفی و ...
 - ظهور کاربردهای شبکه، به ویژه شبکه‌های کامپیوتری
 - دوره سوم (۱۹۹۸ تا کنون)،
 - شناسایی و تعریف اصول و مفاهیم اولیه علوم شبکه
 - انتشار گزارش «علوم شبکه» توسط آکادمی ملی علوم آمریکا در سال ۲۰۰۵

رشته‌های آموزشی مرتبط علوم شبکه در ایران

- هر چند در یک دهه گذشته در همه گرایش‌های مرتبط با فناوری اطلاعات، مهندسی کامپیوتر، مدیریت، مهندسی صنایع، علوم کامپیوتر، الگوریتم و محاسبه و فیزیک پژوهش‌های درخشانی در حوزه بنیادی و کاربردی علوم شبکه انجام شده است ولی به صورت خاص دو رشته تحصیلی منحصر در حوزه علوم شبکه همراهی با توسعه جهانی این حوزه و نیازهای ملی در کشور در حال اجراست.
- ۱۳۸۹: شناسایی نیاز به راه‌اندازی رشته‌های مستقل و مرتبط با علوم شبکه
- ۱۳۹۰: تدوین دوره‌های آموزشی کارشناسی ارشد و دکتری و عرضه در شورای آموزشی دانشگاه تهران
- ۱۳۹۲: تصویب و راه‌اندازی گرایش کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات «سامانه‌های شبکه‌ای»
- ۱۳۹۶: تصویب و راه‌اندازی رشته مستقل «علوم و فناوری شبکه» در گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات
- ۱۳۹۸: تصویب کارشناسی ارشد «رایانش اجتماعی» در پردیس البرز دانشگاه تهران

زندگی شبکه‌ای و تحلیل اجتماعی شبکه‌ای

- امروز زندگی بدون شبکه‌ها ممکن نیست: تماس‌های تلفنی ثابت و همراه، پیامک، رایانامه، چت، کارت مترو و بی‌آرتی، تعاملات و تراکنش‌های بانکی و پزشکی و ..
- اثرهای تراکنش‌های کاربران در این شبکه‌های می‌تواند گردآوری شود و تصویری از رفتارهای این کاربران یا گروه‌های مختلف استفاده‌کننده بوجود بیاورد.
- بصری‌سازی این اثرها می‌تواند درک ما را از زندگی، سازمان و جامعه تغییر دهد.
- امکان جمع‌آوری و تحلیل حجم بالای داده، این حوزه را به بیولوژی و فیزیک و علوم کامپیوتر نزدیک می‌کند.
- با توجه به جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل‌های شبکه‌ای در جامعه‌شناسی، اقتصاد، سیاست و علوم اجتماعی در حال بلوغ است.

نمونه سوالات تحلیل شبکه‌های اجتماعی (۱)

- تاکنون پژوهش‌های حوزه انسانی عمدتاً بر داده‌های روابط خود اظهاری در یک مرحله مبتنی بودند در صورتی که فناوری‌های جدید امکان ردگیری لحظه به لحظه انواع محتویات و ساختارهای روابط را در بازه‌های زمانی بیشتر فراهم می‌نمایند.
 - این داده‌ها امکان پاسخ‌گویی به سوالات جدیدی را در حوزه ارتباطات انسانی فراهم می‌کنند:
- آیا تعاملات گروهی افراد در دراز مدت از الگوی یکسانی پیروی می‌کند؟ آیا با زمان متغیر است؟ گروه‌های یا افراد با بهره‌وری بالا چه الگوهایی دارند؟ آیا تکثیر و تکرار اخبار و محتوا امکان پیش‌بینی قدرت یا کارایی افراد را فراهم می‌کند؟
 - الگوهای نزدیکی و ارتباط افراد درون یا بیرون سازمان چگونه است؟ شبکه‌های غیررسمی قدرت چگونه قابل شناسایی، نفوذ و کنترل و جابه‌جایی هستند؟

سوالات تحلیل شبکه‌های اجتماعی (۲)

- داده‌های تعاملات برخط و غیر برخط آیا الگویی کلان از ارتباطات درون یک جامعه مشخص ارائه می‌دهند؟ به بیان دیگر چگونه می‌توان از تحلیل شبکه‌ای اطلاعات میکرو به یک تصویر جامع ماکرو یک ویژگی اجتماعی رسید.
- تاثیر تعاملات بر بهروری اقتصادی یا سلامت عمومی چیست و چگونه قابل ارزیابی است؟
- آیا رد جابه‌جایی گوشی‌های مردم به عنوان یک بستر مناسب، یک بینش اپیدمیولوژی در خصوص پخش ویروس‌هایی مانند انفلانزا را فراهم می‌کند؟
- چقدر تحلیل فضای وبلاگها یا سابقه جستجوی در اینترنت امکان درک گفتمان عمومی یک جامعه و نحوه ارتباطات آنها، پخش شایعات و به عنوان مثال جهت‌گیری‌های انتخاباتی را فراهم می‌کند؟

سؤالات تحلیلی شبکه‌های اجتماعی (۳)

- تاثیر موقعیت یک فرد در یک سایت شبکه اجتماعی بر روی ویژگیهای روان و سلامت فرد چگونه است؟
- چگونه می‌توان سازماندهی و تحلیل داده‌های انبوه تولیدی را انجام داد؟
- جهان مجازی که کلیه اطلاعات دیجیتال افراد را ضبط می‌کند، بستر پژوهشی قوی در حوزه علوم اجتماعی را فراهم می‌کند. ما چقدر آمادگی استفاده از این بستر مجازی را داریم؟

کاربردهای بومی علم شبکه

- سیاستگذاری و تصمیم‌گیری‌های متناسب با خواسته‌های مردم توسط حاکمیت در حوزه های مختلف سیاسی، اجتماعی، فرهنگی، هنری، ورزشی، سلامت و ... مبتنی بر
- تحلیل بازتاب انواع رویدادها مانند شهادت سردار سلیمانی
- تحلیل احساسات از قبیل تعطیلی دانشگاه‌ها و مدارس
- تحلیل نظرات از قبیل واکسن کرونا یا نظرات در مورد چهره‌ها
- تحلیل روند فعالیت‌های اجتماعی از قبیل حجاب و عفاف
- ...
- ارتقا، حمایت و ایجاد شرایط مناسب برای کسب و کارهای مختلف خرد و کلان با تحلیل‌های مبتنی بر مخاطب شناسی، میزان کسب درآمد، وضعیت رقبا، اقبال کاربران و ...
- شناسایی و پیشگیری فعالیت‌های مجرمانه از قبیل قمار، فیشینگ و ... مورد استفاده توسط پلیس فتا
- تحلیل اخبار مبتنی بر پردازشهای متن، گفتار و تصاویر
- ارتقا فعالیت‌های پژوهشی میان رشته‌ای مانند علوم اجتماعی محاسباتی (computational social science)

کاربردهای بومی علم شبکه (ادامه)

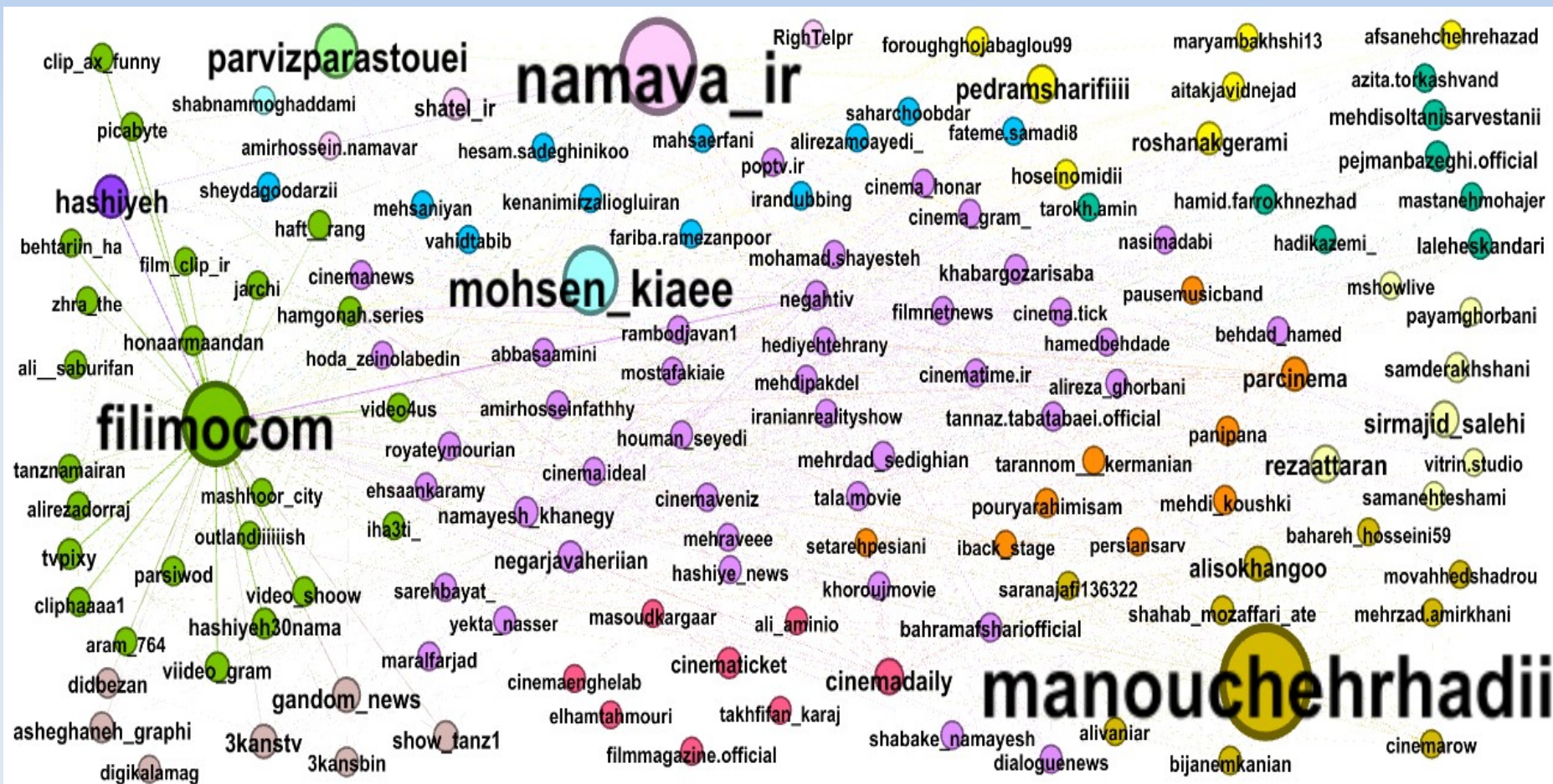
□ شناسایی و تشخیص، منبع انتشار، میزان نفوذ و انتشار در تحلیل اخبار جعلی

□ شناسایی بیماران مبتلا به ویروس کووید ۱۹، محلها و نقاط آلوده، پیش‌بینی میزان انتشار

□ تحلیل و پیش‌بینی بورس و بازارهای مالی

□ شناسایی شبکه‌های فعال سایبری در حوزه‌های مختلف مبتنی بر تحلیل‌های هوشمند داده‌های جمعی متن، تصاویر، تشخیص سن، تشخیص موقعیت جغرافیایی و ...

نمونه تحلیل کسب و کار: فیلیمو و نماوا



ذائقه‌سنجی هوشمند کاربران و تحلیل - سامانه ذکاوت

داشبورد و مصورسازی

داشبورد تحلیلی تلگرام

داشبورد تحلیلی توئیتر

داشبورد تحلیلی اینستاگرام

داشبورد تحلیلی ایتا

داشبورد تحلیلی بله

داشبورد تحلیلی آی‌گپ

داشبورد تحلیلی دامنه

واسط برنامه کاربردی

ابزارهای تحلیل داده

سرویس پیش پردازش

✓ پاکسازی متن، قطعه بندی کلمات و جملات
برچسب اجزای سخن و ...

سرویس طبقه بندی موضوعی

✓ پست‌ها و کانال‌های تلگرام
✓ پست‌ها و کامنت‌های اینستاگرام
✓ توئیتهای و پاسخ‌های توئیتر
✓ دامنه‌های وب

سرویس تحلیل احساسات کاربران

✓ اینستاگرام و توئیتر

سرویس پردازش تصویر

✓ اینستاگرام

سرویس پیش‌بینی

✓ تشخیص جوامع و کاربران تاثیرگذار
✓ پیش‌بینی لینک
✓ پیش‌بینی روند

ابزارهای ذخیره سازی داده

MySQL SQL Server

hadoop

APACHE
HBASE

Hbase

ELASTIC
SEARCH

Elastic Search

HIVE

Hive

ابزارهای گردآوری داده

پایش بیش از یک میلیون و پانصد
هزار کانال عمومی شامل بیش از ۱۵۰ هزار
کانال فعال

میانگین روزانه ۶۰۰ هزار توئییت
و ریتوئییت فارسی
اطلاعات صفحه حدود ۲ میلیون کاربر

شناسایی و گردآوری اطلاعات بیش
از ۲۳ میلیون کاربر

پایش بیش از هفتصد هزار کانال
و بیش از ۳۴ میلیون پست

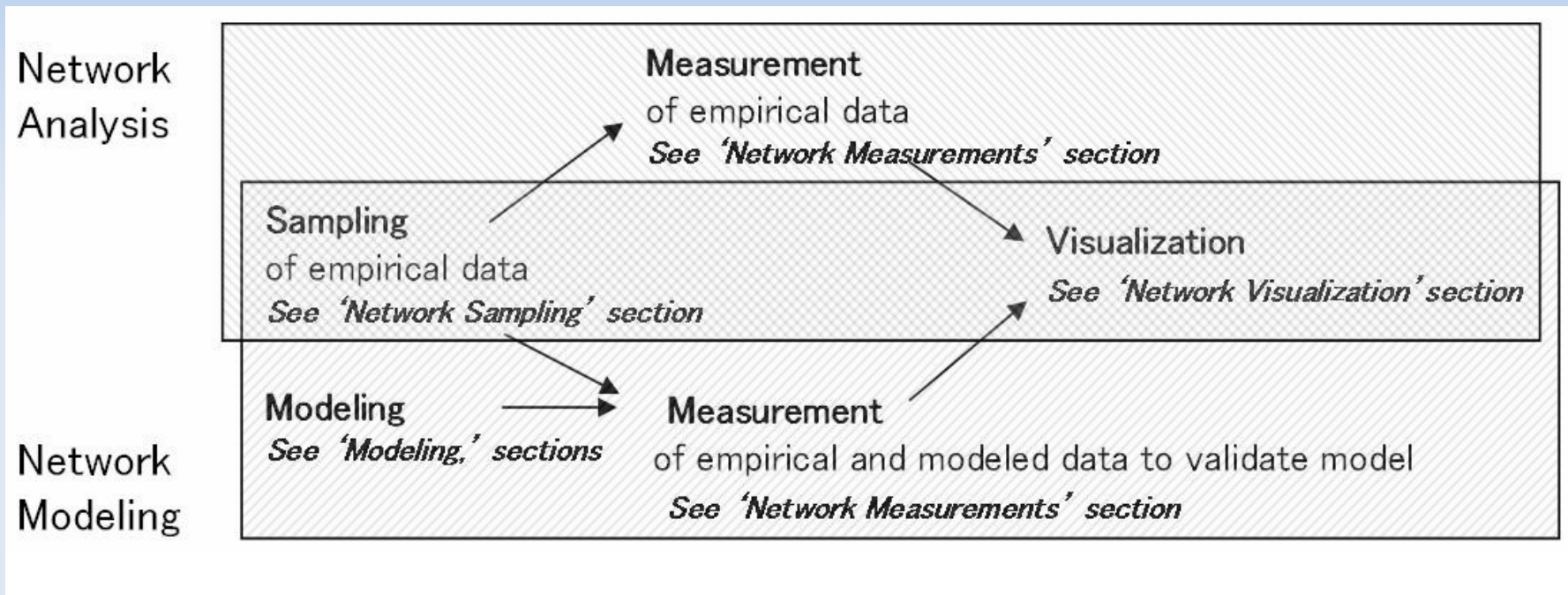
شناسایی و گردآوری کانال و پست

شناسایی و گردآوری کانال و پست

گردآوری متن بیش از ۳ میلیون
دامنه وب

پژوهش در حوزه علوم شبکه

مدل کلان انجام پژوهش در حوزه علوم شبکه:



نمونه‌گیری، جمع‌آوری داده نیازمند حسگرهای اطلاعات است که بدون تسلط به فناوری ممکن نمی‌باشد؛ فناوری‌های ارتباطی، فناوری‌های وب، فناوری‌های زیستی و ... بعد از داشتن مدل پیش‌بینی وضعیت‌های آتی از روی مدل انجام می‌گیرد.

پیچیدگی شبکه

■ پیچیدگی ساختار و همبندی شبکه

- ظاهر شبکه معمولاً پیچیده است و درک رفتار شبکه نیازمند استخراج ارتباط بین گره‌ها و تحلیل ساختاری شبکه است.
- همبندی شبکه معمولاً با زمان تغییر می‌کند.

- رابطه بین گره‌های شبکه ممکن است جهت‌دار و وزن‌دار باشد.

■ پیچیدگی دینامیک گره‌های شبکه

- شبکه می‌تواند گره‌های متنوع با رفتارهای پویای متغیر داشته باشد.
- پیچیدگی شبکه ناشی از تأثیرپذیری شبکه از عوامل داخلی و خارجی مختلف

نمونه‌ای از موضوعات پژوهشی

- تحلیل ساختار شبکه و استخراج الگو
- بررسی رخنه‌پذیری و امنیت کلان در شبکه‌ها
- مقاومت شبکه در برابر خرابی
- جمع‌آوری داده‌های واقعی برای مدل‌سازی
- بررسی خواص شبکه‌های در حوزه‌های مختلف کاربرد
- متناسب‌سازی مدل‌های موجود برای مسائل واقعی
- ایمن‌سازی شبکه
- توزیع و تهزین قدرت درون یک شبکه
- نمونه‌گیری از شبکه‌ها
- پخش اطلاعات، رفتار، فرهنگ، بیماری و شایعه در شبکه‌های مختلف
- همجویشی اطلاعات در شبکه و تصمیم‌سازی
- بازاریابی ویروسی

روندهای جدید پژوهشی

- شبکه‌های چند لایه (multilayer)
 - بافتار شبکه (network context)
 - تصمیم‌گیری (network-based decision making)
 - آمارهای مرتبه بالا در مدل‌های شبکه‌ای
 - هوش مصنوعی به صورت خاص شبکه‌های عصبی گراف (GNN) در علوم شبکه
 - اثرات آماری توزیع دم بلند در شبکه
- (STATISTICAL CONSEQUENCES OF FAT TAILS)

مدلهای آماری مرتبه بالا

□ هنگامی که مدلهای استاندارد شبکه با روابط دوگانه بین یک جفت گره نتوانند تعاملات یک سیستم را به درستی نشان دهند، محققان به مدلهای مرتبه بالاتر روی می آورند.

■ شبکه‌های چند لایه برای تعاملات بین انواع موجودیتهای

■ شبکه‌های با حافظه برای فعل و انفعالات چند مرحله‌ای

■ مجتمعهای ساده (Simplicial Complexes) و ابرگرافها (Hypergraphs) برای

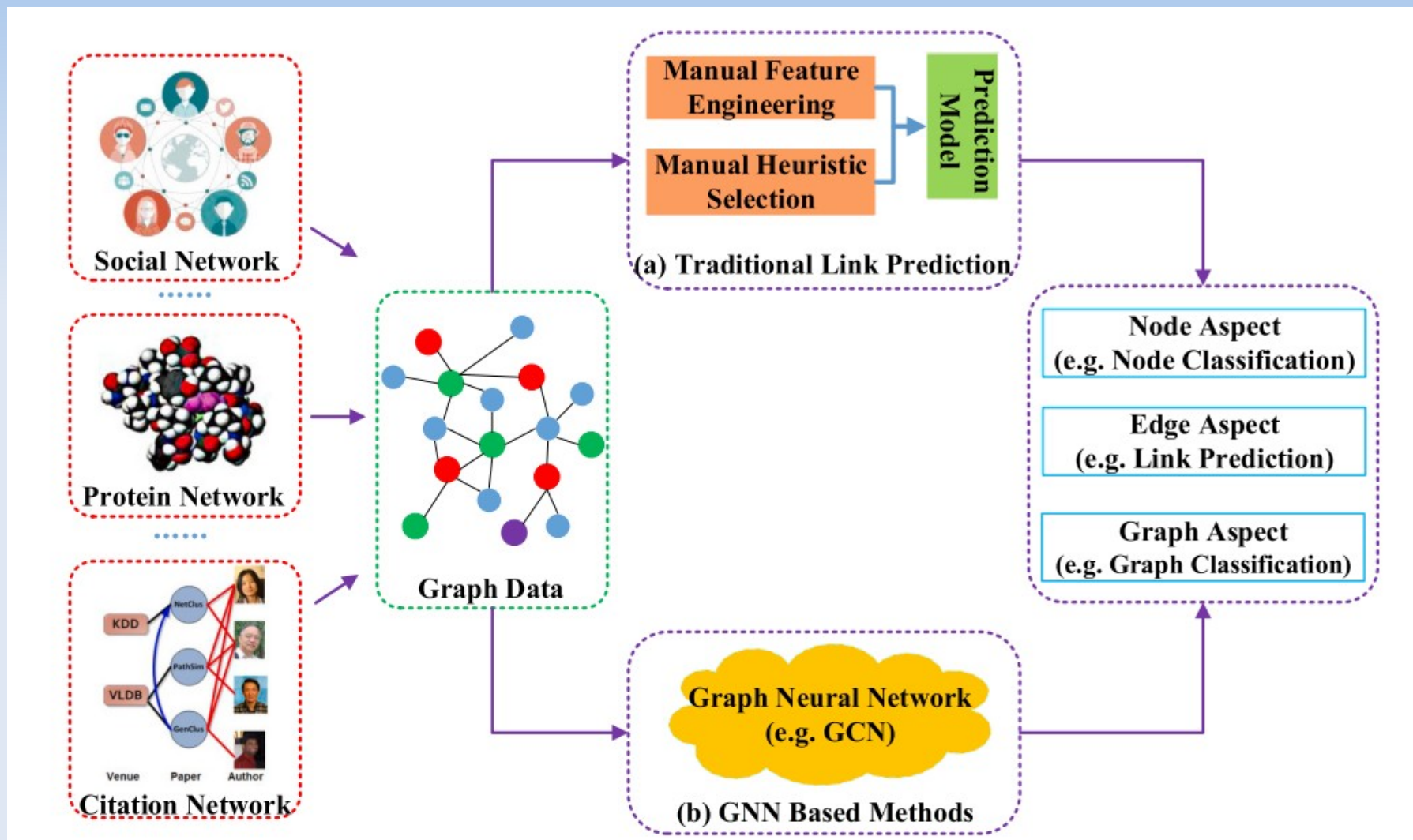
تعاملات بین چندین گره

■ مدل‌های مارکوف از مرتبه بالا

□ با عنوان نمونه کاربردهای جدید روابط زوجی برای توصیف فرآیندهای سرایت اجتماعی

مانند شکل‌گیری یک نظر یا پیروی از یک ایده کافی نیست.^{۲۹}

نمونه کاربرد شبکه عصبی گراف در پیش بینی اتصال



سایر فعالیتهای مناسب و قابل انجام

- با توجه به ارتباط عمیق علوم شبکه و هوش مصنوعی در اولویتهای کلان کشور در حوزه آموزش، پژوهش و فناوری کجاست؟
- تهیه نقشه علم و فناوری کشور در حوزه علوم شبکه و کاربردهای مرتبط (**Who is who?**)
- باز کردن بی نام داده‌های جا به جایی افراد در شبکه موبایل

جمع بندی

- شبکه‌ها، هسته اصلی اقتصاد، سیاست و اجتماع در قرن حاضر هستند و مدل سازی و تحلیل آن‌ها نیازمند دانشی جدید است.
- تقاضای دانش ساخت یافته جهت طراحی، ایجاد و عملیاتی سازی شبکه‌ها به طرز گسترده‌ای رو به افزایش بوده و حضور آن در همه جا ضروری است.
- توجه و سرمایه گذاری بر روی علوم شبکه هم به لحاظ راهبردی و فوریت در اولویت‌های ملی پژوهش در بسیار از کشورهاست. (آمریکا، استرالیا، انگلستان، ...).
- در رابطه با چگونگی یکپارچه سازی، مقاوم سازی و قلیل پیش بینی بودن این اجزاء در قالب شبکه‌های پیچیده، گسترده و تعاملی، نیاز به مطالعات و کارهای پژوهشی بیشتری و دانش بشر در این حوزه ابتدایی است.
- توسعه دانش‌ها و ابزارهای لازم جهت طراحی و راهبری شبکه‌ها جز از طریق آموزش و پژوهش منسجم و برنامه ریزی شده با تأکید بر حل مشکلات کشور مقدور نمی باشد.

با تشکر از توجه و
وقت شما

سوال؟

m.khansari@ut.ac.ir