



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113627552 B

(45) 授权公告日 2023. 10. 20

(21) 申请号 202110943297.5

G06V 10/764 (2022.01)

(22) 申请日 2021.08.17

G06T 7/62 (2017.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113627552 A

(56) 对比文件

CN 110659689 A, 2020.01.07

CN 111754527 A, 2020.10.09

(43) 申请公布日 2021.11.09

马思琦. 鱼类分类和功能多样性研究.《硕士电子期刊》.2021, 正文第1-49页.

(73) 专利权人 中国海洋大学

地址 266100 山东省青岛市崂山区松岭路238号

冯晨. 闽江口鱼类资源现状及功能多样性研究.《硕士电子期刊》.2019, 正文第1-42页.

(72) 发明人 闫洋 康斌 罗植森 林黎

审查员 陈震宇

(74) 专利代理机构 长沙准星专利代理事务所

(普通合伙) 43241

专利代理师 杜娇

(51) Int. Cl.

G06V 40/10 (2022.01)

G06V 10/44 (2022.01)

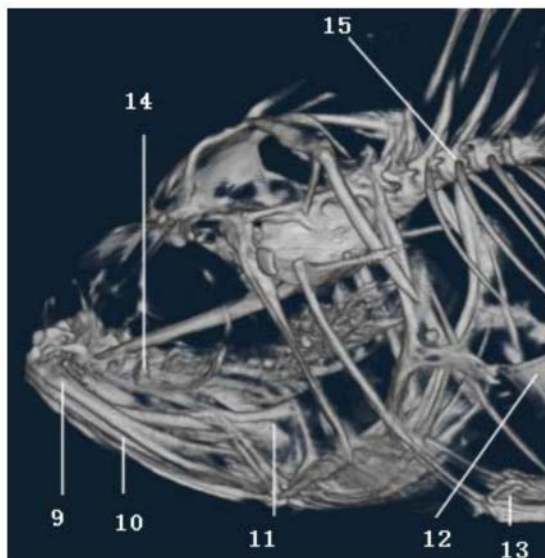
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于影像图判识鱼类群落中关键种的计算方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于影像图判识鱼类群落中关键种的计算方法,属于渔业资源和保护生物学领域,所述方法是应用鱼类影像信息,获取鱼类的功能性状,构建物种性状特征数据表,计算群落功能值、物种功能值、物种功能贡献度,然后将物种功能贡献度按从大到小依次进行排序,取最大功能贡献度的物种为首选关键种。本发明方法在物种种类层面上直接定量物种在群落中的功能,对开展物种多样性保护、调控群落结构和生态系统功能健康提供依据,具有重要指导意义。



1. 一种基于影像图判识鱼类群落中关键种的计算方法,其特征在于所述方法具体步骤:

(1) 鱼类样品采集与鉴定:对研究区域进行样品采集、鉴定;

(2) 影像资料获取:对每个物种选取10尾个体进行拍照与CT扫描;

(3) 功能性状确定:依据形态-结构-功能关系,归类行使不同功能对应的器官,确定器官的可数、可量、可算功能性状,所述的功能性状包括:

摄食能力:口、颌、齿、眼;

运动能力:脊椎、肩带、腰带、胸鳍、尾鳍;

平衡能力:背鳍、臀鳍;

栖息水层:体型、口位;

(4) 功能性状测量:应用ImageJ软件对各个性状特征进行长度测量、面积计算;求取每个性状值,为所有样本的平均值±标准方差;

(5) 构建物种性状特征数据表:以物种为行、性状为列,构建物种-性状二维数据表;

(6) 据物种的每个性状的最大值、最小值,绘制物种的功能空间图形,计算基于多维功能性状的物种空间体积值:根据

$$f_i(x) = \exp \left[-\frac{1}{2}(x - \mu_i)^T \Sigma_i^{-1}(x - \mu_i) \right]$$

其中, i 表示第 i 个物种, x 为某个性状的体积图形的端点坐标值, μ_i 为某个性状的平均值, T 为性状数;

计算群落功能值

$$FR_m = \int \max_i \left[\exp \left[-\frac{1}{2}(x - \mu_i)^T \Sigma_i^{-1}(x - \mu_i) \right] \right] dx$$

其中, x 为某个性状的所占功能空间的端点值, $f_i(x)$ 为物种 i 的性状空间的从属函数,代表物种性状功能的空间体积值, μ_i 为某个性状的平均值, T 为性状数;

(7) 物种功能值计算:删除物种 i ,计算新的群落的功能值为 FR_{-i} ,则物种 i 的功能值为:

$$F_i = FR_m - FR_{-i};$$

(8) 物种功能贡献度计算:

$$F_i \% = \frac{F_i}{FR_m} \times 100\%;$$

(9) 物种功能贡献度排序:对物种功能贡献度按大小进行排序:

Rank(F_i %), $i=1,2,3,\dots,n$, i 表示第 i 个物种, n 表示群落里有 n 个物种;

(10) 确定关键功能种:取最大功能贡献度的物种为首选关键功能种,依次类推。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于所述摄食能力的功能性状包括

口腔大小:测量口裂长、宽、高,计算乘积;

颌关节活动力:测量舌颌骨长度、粗度,计算面积;测量续骨长度、粗度,计算面积;

齿:定位牙齿位置,划分牙齿的类型,计数牙齿的数目;

眼:测量眼径,测量眼前头长、眼上头长。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述运动能力功能性状包括脊椎:测量脊

椎长度,计数椎骨数量;

肩带:计数骨片数量,计算面积;

腰带:计数骨片数量,计算面积

胸鳍:计算面积,测量鳍条长;

尾鳍:计算面积,测量尾柄高。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于所述平衡能力的功能性状包括背鳍:计算面积,测量鳍条长、基底长;

臀鳍:计算面积,测量鳍条长、基底长。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于所述栖息水层的功能性状包括体型:测量体长、体宽、体高,比较两者大小:体长 $>$ 体高 $>$ 体宽,纺锤形;体长 $>$ 体宽 $>>$ 体高,平扁形;体长 $>$ 体高 $>>$ 体宽,侧扁形;体长 $>>$ 体高=体宽,鳗形;

口位:测量上颌骨长、齿骨长,比较两者大小:上颌骨长 $>$ 齿骨长,下位;上颌骨长=齿骨长,端位;上颌骨长=齿骨长,上位。

一种基于影像图判识鱼类群落中关键种的计算方法

技术领域

[0001] 本发明属于渔业资源和保护生物学领域,具体地涉及一种基于影像图判识鱼类群落中关键种的计算方法,用于定量鱼类群落中各物种的功能贡献度,判识关键种。

背景技术

[0002] 生态系统如何正常有效的运转是保护生物学的重要研究课题,而关键种对群落结构变动和功能调控起到核心作用。关键种变动将会导致群落结构动荡甚至失控。保护关键种可维持群落物种间网络关系,有助于生物多样性的稳定,从而维持生态系统健康运转。

[0003] 如何厘定关键种是需要解决的首要难题。当前常见确定方法主要有控制模拟实验法、等同优势种法、群落重要性指数、食物网关键性指数方法等,这些方法或强烈依赖于实验,或间接通过不同指数指示,都未能在物种种类层面上直接定量物种在群落中的功能值。应强调依据结构-功能关系,通过对物种行使不同功能的性状进行量化,直接计算精确的物种功能贡献度并据此判定关键种。

[0004] 因此,开发一种基于鱼体影像图判识关键种的计算方法,不仅对于评估群落中每个物种的生态功能贡献具有重要的实践价值,而且对于了解关键种如何调控群落结构组成和生态系统功能实现具有重要理论意义。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题在于提供一种基于影像图判识鱼类群落中关键种的计算方法,所述方法是应用鱼类影像信息,在物种种类层面上直接定量物种在群落中的功能,对开展物种多样性保护、调控群落结构和生态系统功能健康提供依据,具有重要指导意义。

[0006] 本发明是通过如下技术方案来实现的:

[0007] 一种基于影像图判识鱼类群落中关键种的计算方法,该方法具体步骤是:

[0008] (1) 鱼类样品采集与鉴定:对研究区域进行样品采集、鉴定;

[0009] (2) 影像资料获取:对每个物种选取10尾个体进行拍照与CT扫描;

[0010] (3) 功能性状确定:依据形态-结构-功能关系,归类行使不同功能对应的器官,确定器官的可数、可量、可算功能性状,所述的功能性状包括:

[0011] 摄食能力:口、颌、齿、眼;

[0012] 运动能力:脊椎、肩带、腰带、胸鳍、尾鳍;

[0013] 平衡能力:背鳍、臀鳍;

[0014] 栖息水层:体型、口位;

[0015] (4) 功能性状测量:应用ImageJ软件对各个性状特征进行长度测量、面积计算;求取每个性状值,为所有样本的平均值±标准方差;

[0016] (5) 构建物种性状特征数据表:以物种为行、性状为列,构建物种-性状二维数据表;

[0017] (6) 据物种的每个性状的最大值、最小值,绘制物种的功能空间图形,计算基于多

维功能性状的物种空间体积值:根 $f_i(x) = \exp \left[-\frac{1}{2}(x - \mu_i)^T \Sigma_i^{-1}(x - \mu_i) \right]$;

[0018] 其中, x 为某个性状的体积图形的端点坐标值, μ_i 为某个性状的平均值, T 为性状数;

[0019] 计算群落功能值

$$[0020] \quad FR_m = \int \max_i \left[\exp \left[-\frac{1}{2}(x - \mu_i)^T \sum_i^{-1}(x - \mu_i) \right] \right] dx$$

[0021] 其中, x 为某个性状的所占功能空间的端点值, $f_i(x)$ 为物种 i 的性状空间的从属函数, 代表物种性状功能的空间体积值, μ_i 为某个性状的平均值, T 为性状数, Σ_i 为每个物种性状的方差/协方差矩阵;

[0022] (7) 物种功能值计算: 删除物种 i , 计算新的群落的功能值为 FR_{-i} , 则物种 i 的功能值为:

$$[0023] \quad F_i = FR_m - FR_{-i};$$

[0024] (8) 物种功能贡献度计算:

$$[0025] \quad F_i \% = \frac{F_i}{FR_m} \times 100\%;$$

[0026] (9) 物种功能贡献度排序: 对物种功能贡献度按大小进行排序:

$$[0027] \quad \text{Rank}(F_i \%), i = n;$$

[0028] (10) 确定关键功能种: 取最大功能贡献度的物种为首选关键功能种, 依次类推。

[0029] 进一步, 所述摄食能力的功能性状包括

[0030] 口腔大小: 测量口裂长、宽、高, 计算乘积;

[0031] 颌关节活动力: 测量舌颌骨长度、粗度, 计算面积; 测量续骨长度、粗度, 计算面积;

[0032] 齿: 定位牙齿位置, 划分牙齿的类型, 计数牙齿的数目;

[0033] 眼: 测量眼径, 测量眼前头长、眼上头长;

[0034] 进一步, 所述运动能力功能性状包括脊椎: 测量脊椎长度, 计数椎骨数量;

[0035] 肩带: 计数骨片数量, 计算面积;

[0036] 腰带: 计数骨片数量, 计算面积

[0037] 胸鳍: 计算面积, 测量鳍条长;

[0038] 尾鳍: 计算面积, 测量尾柄高。

[0039] 进一步, 所述平衡能力的功能性状包括背鳍: 计算面积, 测量鳍条长、基底长;

[0040] 臀鳍: 计算面积, 测量鳍条长、基底长。

[0041] 进一步, 所述栖息水层的功能性状包括体型: 测量体长、体宽、体高, 比较两者大小: 体长 > 体高 > 体宽, 纺锤形; 体长 > 体宽 >> 体高, 平扁形; 体长 > 体高 >> 体宽, 侧扁形; 体长 >> 体高 = 体宽, 鳗形;

[0042] 口位: 测量上颌骨长、齿骨长, 比较两者大小: 上颌骨长 > 齿骨长, 下位; 上颌骨长 = 齿骨长, 端位; 上颌骨长 = 齿骨长, 上位。

[0043] 本发明与现有技术相比的有益效果:

[0044] 本发明方法依据形态结构与功能之间的关系, 有效选择物种功能性状, 并结合外

部图片与内部CT影像技术给予精准便捷地量化及功能多样性计算。本方法直接定量各物种在群落中的功能贡献度,较于以往的实验法、功能群划分法等更简单、清晰、准确地确定群落中关键功能种。结果可为物种保护、生态系统健康评价及维持等提供科学依据。

附图说明

[0045] 图1为鱼类照片图:1、眼径,2、头长,3、体长,4、背鳍基长,5、背鳍,6、尾鳍,7、体高,8、尾柄高;

[0046] 图2为鱼类骨骼CT扫描影像图:9、上颌骨,10、齿骨,11、颌弓,12、腰带,13、肩带,14、齿,15、脊椎。

具体实施方式

[0047] 下面通过实施例结合附图来对本发明的技术方案做进一步说明,本发明的保护范围不受实施例任何形式上的限制。

[0048] 实施例1

[0049] 一种基于鱼类照片和骨骼CT扫描影像信息的鱼类群落关键种判识方法,其具体步骤为:

[0050] 鱼类样品采集与鉴定:

[0051] 对研究区域进行鱼类样品采集,针对不同水层采用多网具(底拖网、围网等),获取较全的样品;

[0052] 依据《中国动物志》对样品进行分类学鉴定至物种水平,应用catalog of fishes进行校正;

[0053] 2)影像资料获取:

[0054] 对每个物种选取10尾个体(全长<20cm)进行拍照(图1)与CT骨骼扫描(图2);

[0055] 如果样品个体大于20cm,CT分段扫描,进行图片拼接;

[0056] 3)功能性状确定:

[0057] 依据形态-结构-功能关系,归类行使不同功能对应的器官,确定器官的可数、可量、可算功能性状,主要包括:

[0058] 口腔大小:测量口裂长、宽、高,计算乘积;

[0059] 颌关节活动力:测量舌颌骨长度、粗度,计算面积;测量续骨长度、粗度,计算面积;

[0060] 齿:定位牙齿位置,划分牙齿的类型,计数牙齿的数目;

[0061] 眼:测量眼径,测量眼前头长、眼上头长;

[0062] 脊椎:测量脊椎长度,计数椎骨数量;

[0063] 肩带:计数骨片数量,计算面积;

[0064] 腰带:计数骨片数量,计算面积

[0065] 胸鳍:计算面积,测量鳍条长;

[0066] 尾鳍:计算面积,测量尾柄高;

[0067] 背鳍:计算面积,测量鳍条长、基底长;

[0068] 臀鳍:计算面积,测量鳍条长、基底长;

[0069] 体型:测量体长、体宽、体高,比较两者大小:体长>体高>体宽,纺锤形;体长>体宽>

>体高,平扁形;体长>体高>>体宽,侧扁形;体长>>体高=体宽,鳗形;

[0070] 口位:测量上颌骨长、齿骨长,比较两者大小:上颌骨长>齿骨长,下位;上颌骨长=齿骨长,端位;上颌骨长=齿骨长,上位;

[0071] 4) 功能性状测量:

[0072] 采用ImageJ软件,导入照片,对外部结构如口裂、体型等可量指标直接测量,对鳍面积通过选取端点,进行连线成闭合多边形,直接计算面积;

[0073] 导入CT影像图,对骨骼可量性状直接进行测量,对骨骼可数性状计数;

[0074] 求取每个性状值,为10尾个体的平均值±标准方差;

[0075] 5) 构建物种性状特征数据表:

[0076] 以物种为行、性状为列,构建群落的物种-性状二维数据表,如表1所示。

[0077] 表1群落的物种-性状二维数据表

物种	相对头长 (Hl/S1)	相对眼直径 (Ed/Hd)	相对吻长 (Sn1/Hl)	相对头高 (Hd/Bd)	相对体高 (Bd/S1)	...
<i>Acrossocheilus</i>						
<i>hemispinus</i>	0.26	0.65	0.27	0.41	0.29	
<i>Chanodichthys dabryi</i>	0.24	0.69	0.24	0.38	0.24	
<i>Hemiculter leucisculus</i>	0.22	0.74	0.23	0.40	0.22	
[0078] <i>Microphysogobio</i>						
<i>fukiensis</i>	0.22	0.50	0.29	0.68	0.18	
<i>Opsariichthys bidens</i>	0.22	0.63	0.34	0.48	0.24	
<i>Oreochromis</i>						
<i>mossambicus</i>	0.32	0.60	0.24	0.32	0.43	
<i>Pseudobagrus vachellii</i>	0.20	0.28	0.35	1.02	0.17	
<i>Rhinogobio typus</i>	0.27	0.49	0.40	0.77	0.17	
...						

[0079] 注:H1:头长;S1:标准体长;Ed,眼直径;Hd,头高;Sn1:吻长;Bd:体高;

[0080] 6) 群落功能值计算:

[0081] 根据物种的每个性状的最大值、最小值,绘制物种的功能空间图形,计算基于多维功能性状的物种空间体积值:

$$[0082] \quad f_i(x) = \exp \left[-\frac{1}{2}(x - \mu_i)^T \sum_i^{-1} (x - \mu_i) \right]$$

[0083] 其中,x为某个性状的体积图形的端点坐标值, μ_i 为某个性状的平均值,T为性状数;

[0084] 计算群落功能值:

$$[0085] \quad FR_m = \int \max_i [f_i(x)] dx$$

[0086] 其中 $f_i(x)$ 为物种i的性状空间的从属函数,表示物种空间体积值, Σ_i 为每个物种性状的方差/协方差矩阵;群落的功能值为 $FR=0.01943$;

[0087] 7) 物种功能值计算:

[0088] 设群落中物种数为n, 删除物种s1, 重复步骤5), 得出新的群落功能值 FR_{-s1} ;

[0089] s1的功能值为:

$$[0090] F_{s1} = FR_m - FR_{-s1}$$

[0091] 以此类推, s2的功能值为:

$$[0092] F_{s2} = FR_m - FR_{-s2}$$

[0093] ...

[0094] sn的功能值为:

$$[0095] F_{sn} = FR_m - FR_{-sn}$$

[0096] 群落的物种功能值如表2所示。

[0097] 表2为群落的物种功能值

物种	物种功能值
<i>Acrossocheilus hemispinus</i>	0.01003
<i>Chanodichthys dabryi</i>	0.01237
<i>Hemiculter leucisculus</i>	0.01860
[0098] <i>Microphysogobio fukiensis</i>	0.01513
<i>Opsariichthys bidens</i>	0.01809
<i>Oreochromis mossambicus</i>	0.00713
<i>Pseudobagrus vachellii</i>	0.01388
<i>Rhinogobio typus</i>	0.01731
...	

[0099] 8) 物种功能贡献度计算:

[0100] 物种s1的功能贡献度为:

$$[0101] F_{s1}\% = \frac{F_{s1}}{FR_m} \times 100\%$$

[0102] s1的功能贡献度为:

$$[0103] F_{s2}\% = \frac{F_{s2}}{FR_m} \times 100\%$$

[0104] ...

[0105] sn的功能贡献度为:

$$[0106] F_{sn}\% = \frac{F_{sn}}{FR_m} \times 100\%$$

[0107] 群落中物种的功能贡献度如表3所示。

[0108] 表3群落中物种的功能贡献度

	物种	功能贡献度
	<i>Acrossocheilus hemispinus</i>	51.61%
	<i>Chanodichthys dabryi</i>	63.66%
	<i>Hemiculter leucisculus</i>	95.71%
[0109]	<i>Microphysogobio fukiensis</i>	77.86%
	<i>Opsariichthys bidens</i>	93.09%
	<i>Oreochromis mossambicus</i>	36.70%
	<i>Pseudobagrus vachellii</i>	71.42%
	<i>Rhinogobio typus</i>	89.08%
	...	

- [0110] 9) 物种功能贡献度排序:对
- [0111] 物种功能贡献度按从大到小依次进行排序:
- [0112] Rank ($F_{s1}\%$, $F_{s2}\%$, ..., $F_{sn}\%$);
- [0113] 得出 $F_i\%$ (max, min), $i = n$;
- [0114] 群落中物种按照功能贡献度的排序如表4所示。
- [0115] 表4群落中物种按照功能贡献度的排序

	物种	Rank
	<i>Hemiculter leucisculus</i>	1
	<i>Opsariichthys bidens</i>	2
	<i>Rhinogobio typus</i>	3
[0116]	<i>Microphysogobio fukiensis</i>	4
	<i>Pseudobagrus vachellii</i>	5
	<i>Chanodichthys dabryi</i>	6
	<i>Acrossocheilus hemispinus</i>	7
	<i>Oreochromis mossambicus</i>	8
	...	

- [0117] 10) 确定关键功能种:
- [0118] 取最大功能贡献度的物种为首选关键种,依次类推。
- [0119] 本实施例的群落中,*Hemiculter leucisculus*为首选关键种。

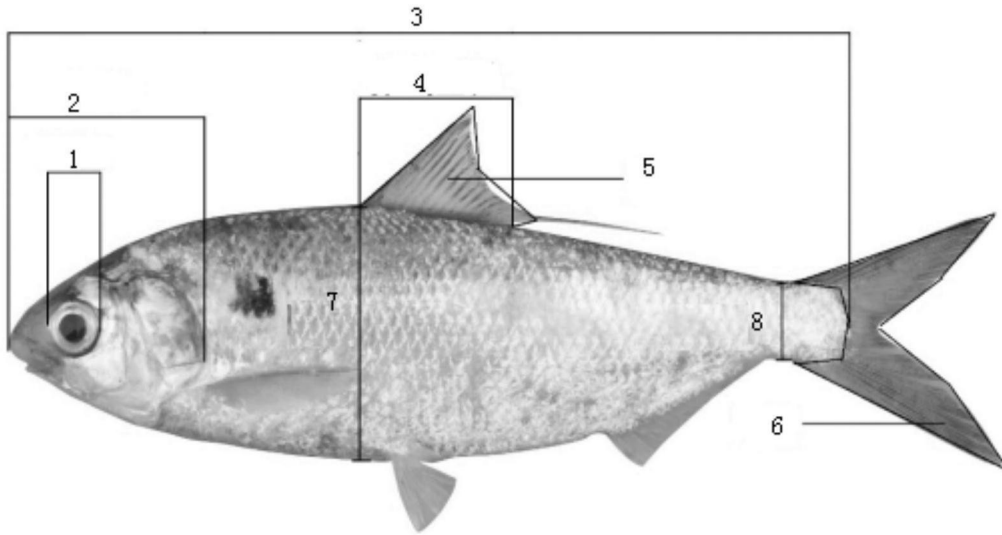


图1

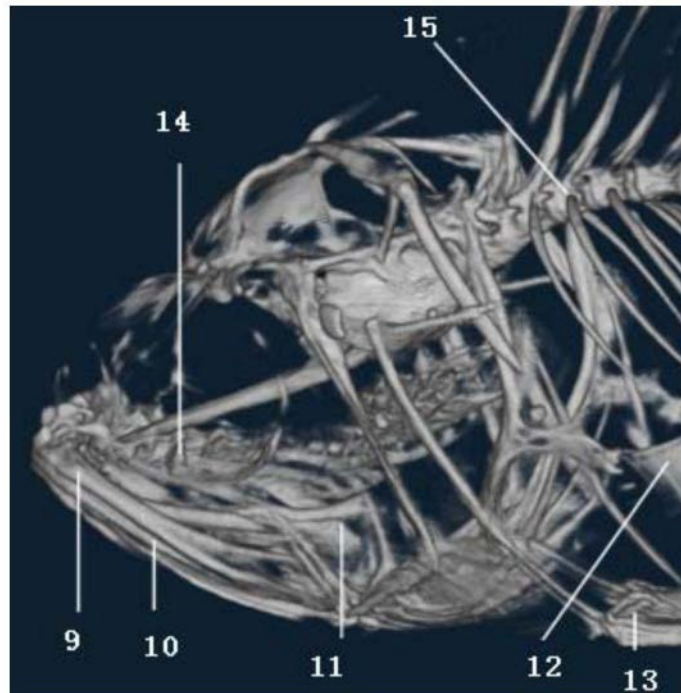


图2